Untersuchungen

über den

Werth von Wald- und Heidestreu

im Landwirthschaftsbetriebe.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

welche mit Genehmigung der hohen philosophischen Facultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

sammt den angehängten Thesen

am 14. Juni 1900, 12 Uhr

öffentlich vertheidigen wird

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Hans Buhlert

aus Dahlenburg.

Opponenten: Herr Priv. Doz. Dr. Falke,

„ cand. phil. Fülberth.

Halle a. S.

1900.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548112_0166

Seit vielen Jahrzehnten, ja man kann wohl sagen, seit Jahrhunderten besteht der Kampf zwischen Land- und Forstwirthen um die Waldstreu[1]). Diese behaupten, daß dem Walde wenigstens auf ärmeren Böden seine Decke nicht genommen werden dürfe[2]), während jene meinen, ohne Waldstreu ihren Betrieb nicht aufrecht erhalten zu können. Einsichtsvolle Landwirte haben es allerdings längst erkannt und ausgesprochen, daß ein Feldbau, welcher auf dauernden Bezug von Waldstreu angewiesen sei, nicht auf gesunder Grundlage beruhe, jedoch ein großer Theil der Landwirthe, vor allen die kleineren Besitzer halten hartnäckig an der Verwendung von Streu und Plaggen fest.

Die wirthschaftliche Ursache der Waldstreu- und Heide-Nutzung ist wohl in den meisten Fällen, abgesehen von den intensiven Betrieben mit Gartenkultur, Weinbau u. s. w., der Futtermangel. Gerade in den bäuerlichen Wirthschaften der armen Sandgegenden, in denen diese Surrogate im ausgedehntesten Maße zur Verwendung kommen, während reichere Gegenden naturgemäß auf sie verzichten können, wird im Verhältniß zum vorhandenen Futter zu viel Vieh gehalten oder im Verhältniß zur Ackerfläche zu wenig Futter gebaut. Hier finden wir zuweilen noch den ununterbrochenen Roggenbau. Prof. Wicke[3]) berichtet: „In manchen Bezirken der Geest ist ein permanenter Roggenbau betrieben worden, der nachweislich vieler Orten während der langen Zeitdauer von 80—100 Jahren unausgesetzt bestanden hat." In den meisten Wirthschaften wechselt er allerdings nach längeren Jahren ab mit Dreeschweide, Buchweizen, Hafer, auch etwas Kartoffeln und Kohlrüben; eigentliche Futterpflanzen hingegen fehlen fast ganz. Salfeld[4]) führt z. B. folgende Fruchtfolgen als gebräuchlich an:

1. Jahr Roggen, nach Dreesch gedüngt,
2. „ Roggen,
3. „ Roggen,
4. „ Buchweizen,

---

[1]) Danckelmann „Die Ablösung und Regelung der Waldgrundgerechtigkeiten" Berlin 1888, Theil II. S. 277 erwähnt, daß die Forstordnungen früherer Jahrhunderte schon Vorschriften über Plaggennutzung enthalten; über das Nadelharken finde sich eine Bestimmung im Preußischen Landrecht (1794) Teil I. Tit. IV. § 92.

[2]) Ramann „Die Waldstreu und ihre Bedeutung für Boden und Wald". Berlin 1890.
Ebermayer „Die gesammte Lehre der Waldstreu". Berlin 1890.
Walz „Ueber die Waldstreu". Stuttgart 1850, und viele andere.

[3]) Journal für Landwirthschaft der königlichen Landwirthschafts-Gesellschaft. 15. Jahrg. 1867. S. 271.

[4]) Salfeld „Die Kultur der Heidflächen Nordwestdeutschlands". Hildesheim 1882. S. 29.

5. Jahr Roggen,
6. „ Hafer,
7. „ Dreeschweide,
8. „ desgleichen,
9. „ desgleichen,

oder 1. Jahr Buchweizen, nach Dreesch gedüngt,
2. „ Roggen,
3. „ Roggen,
4. „ Roggen,
5. „ Buchweizen,
6. „ Roggen,
7. „ Hafer,
8. „ Dreeschweide,
9. „ desgleichen,
10. „ desgleichen.

Zwar ist die Viehhaltung im Verhältniß zur Ackerfläche eine äußerst schwache (es kommt vielleicht auf 2—5 ha ein Stück Großvieh), aber dennoch zu stark im Verhältniß zu den vorhandenen Futtervorräthen. Denn bei derartigen Fruchtfolgen ist es eigentlich unausbleiblich, zumal Wiesen meistens nur in geringer Ausdehnung und in schlechter Qualität vorhanden sind, daß das geerntete Futter bald aufgezehrt ist, und das Vieh fast den ganzen Winter hindurch mit Stroh ernährt werden muß. Natürlich fehlt es unter diesen Umständen an Streu, und man sucht Ersatz aus dem Walde oder der Heide zu holen. Von dem Umfange, in welchem diese Streusurrogate in Anspruch genommen werden, kann man sich ungefähr eine Vorstellung machen, wenn man bedenkt, daß sie fast in allen ärmeren Gegenden des deutschen Reiches, in der einen mehr in der andern weniger, zur Anwendung kommen. So ausgedehnt sie verwendet werden, so verschieden ist auch die Art ihrer Gewinnung und Benutzung, so verschieden sind die wirthschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Fällen. Deshalb ist es natürlich unmöglich, im Rahmen einer kurzen Arbeit, die Frage der Wald- und Heide-Streu im Allgemeinen einer Prüfung zu unterziehen, für den Verfasser war daher eine Beschränkung geboten. Die Grenzen für ihn ergaben sich aus der Art der Entstehung der Arbeit.

Diese Arbeit verdankt nämlich ihre Entstehung einer Anregung des Herrn Geh Ob.-Reg.-Raths Prof. Dr. Jul. Kühn. Im Sommer 1898 hatten sich auf seine Aufforderung hin die Nachbarn seines in der Nieder-Lausitz gelegenen Gutes (kleinere Besitzer) bereit erklärt, ihm in der bevorstehenden Ernte zu helfen unter der Bedingung, daß er ihnen neben einem bestimmten Tagelohne eine gewisse Menge Waldstreu aus seinem Walde gewähren sollte. Diesem letzteren Verlangen wurde jedoch nicht stattgegeben, weil Herr Geheimrath Kühn den Nutzen der Waldstreu für den Landwirth als äußerst gering ansah, ihre Entnahme für den Wald aber für äußerst schädlich hielt. Um nach ersterer Richtung genaueres festzustellen, beauftragte er den Verfasser mit diesbezüglichen Untersuchungen. Als Ziel wurde ins Auge gefaßt, zu ermitteln, welchen Werth die Waldstreu habe in Bezug auf ihre Wasserkapazität,

ihre Zersetzungsfähigkeit und ihren Gehalt an Pflanzennährstoffen. Stroh, welches in derselben Gegend gewachsen war, diente als Vergleichs-Material und zwar Roggenstroh, weil der Roggen in diesen Gegenden die Hauptfrucht ist.

Der Veranlassung zur Arbeit gemäß war es natürlich, daß die Verhältnisse in der Nieder-Lausitz zum Anhalt genommen wurden.

Andererseits lag dem Verfasser, dessen Heimath die Lüneburger Heide ist, der Gedanke nahe, mit den Untersuchungen über die Waldstreu solche über die dort gebräuchliche Plaggenstreu zu verbinden. Wenn auch manche Verschiedenheiten zwischen Waldstreu und Plaggenstreu bestehen, so scheinen sie doch das Wesentlichste gemeinsam zu haben, nämlich, daß bei beiden Arten unter großem Aufwand von Zeit und Arbeit hungrigen und dürftigen Flächen, sei es Wald, sei es Heide, Pflanzennährstoffe genommen werden, um mit ihnen den Aeckern doch nur eine kärgliche Düngung zu geben.

Im Allgemeinen wird wohl die Gewinnung und Anwendung beider Streusurrogate bekannt sein; für die Arbeit jedoch und ihr Verständniß ist es geboten, hier eine kurze Schilderung der wichtigsten Momente folgen zu lassen.

In dem Theil der Nieder-Lausitz, um welchen es sich handelt, giebt es ausgedehnte Kiefernwaldungen im Privat-Besitz. Fast alle Besitzer üben die Praxis, Waldstreu entweder für geleistete Dienste abzugeben oder, und zwar in der Hauptsache, sie gegen baar zu verpachten. Gewöhnlich wird die Streu zum ersten Mal im dreißigjährigen Bestande genutzt. Dann haben die Pächter sehr häufig die Verpflichtung, den Wald gleichzeitig durchzuforsten, für welche Arbeit ihnen das Durchforstungsholz bleibt. Spätere Verpachtungen finden alle neun Jahre, häufig alle sechs Jahre, zuweilen auch alle drei Jahre statt. Wo Bauern selber im Besitz von Waldungen sind und selber ihre Streu nutzen, beobachten sie gewöhnlich letzteren Turnus. Der Termin für Verpachtungen ist in der Regel der Sommer oder Anfang des Herbstes, so daß die Arbeiten im Walde vor Beginn des neuen Laubabfalles beendet sind. Meistens wird die Streu mit Hilfe hölzerner Rechen gewonnen, in einigen Waldungen wird streng darauf gesehen, daß keine Erde mit fortgenommen wird. Wo es möglich ist, verstoßen aber die Leute gegen dieses Verbot. Einige Besitzer gestatten auch die Entnahme von Erde. Dann bedienen sich die Leute zur Streu-Gewinnung Hacken nach Art der Rübenhacken, allerdings ist das Blatt einige Centimeter länger und etwas schmäler. Die Dicke der auf solche Weise fortgenommenen Erdschicht ist $^1/_2$ bis 1 Zoll und etwas darüber (3—4 cm). Die Größe der verpachteten Parzellen ist gewöhnlich ein Morgen ungefähr gleich $^1/_4$ ha. Die Preise schwanken sehr; für $^1/_4$ ha Rechstreu und für $^1/_4$ ha Hackstreu wird gewöhnlich dasselbe bezahlt, weil der größere Ertrag, den man im letzteren Falle erwarten kann, eine um so größere Arbeit erfordert. Es sollen für $^1/_4$ ha bis zu 60 ℳ erzielt sein, gewöhnlich werden 9—20 ℳ für $^1/_4$ ha bezahlt. Zuweilen wird die Streu auch nach Fudern verkauft, das Fuder kostet 1 ℳ Das Gewicht desselben wird ungefähr 750—1000—1250 kg betragen, je nachdem ob Rech- oder Hackstreu. Am meisten sind die mit Moos bewachsenen Flächen geschätzt, weniger beliebt die mit Heidekraut bestandenen, weil dieses bei der Gewinnung sehr viel Arbeit erfordert. An Arbeitsaufwand rechnet man für $^1/_4$ ha — Zusammenrechen der

Streu und in große Haufen Bringen — 2—2½ Tagelöhne. Das Hacken erfordert natürlich bedeutend mehr Arbeit, ungefähr 6 Tagelöhne für ¼ ha. Der Ertrag ist sehr wechselnd. Wo zum ersten Mal in ungefähr 30jährigen Beständen gerecht wird und namentlich, wenn viel Moos vorhanden ist, sollen 50 Fuder und darüber geerntet werden. Bei dem drei- und mehrjährigen Turnus ist jedoch das Gewöhnliche 8—20 Fuder. Diesem Ertrage würde ein Preis von 9—15 ℳ ungefähr entsprechen. Um zu ermitteln, wie viel Kilogramm Streu in einem gegebenen Falle auf der Flächeneinheit gewonnen werden könnten, wurden vom Verfasser in einem Walde des Rittergutes Lindchen zweimal je 5 qm abgemessen. Die Kiefern dieses Waldes waren ungefähr 50—75 Jahre alt, die Streunutzung war in den letzten Jahren eine wiederholte gewesen theilweise noch öfter als alle drei Jahre. Ein Eingeborener vorher gefragt, wie viel wohl bei einer Verpachtung für ¼ ha erzielt werden könnte, erwiderte, daß er 6 höchstens 9 ℳ bieten würde. Auf der ersten Versuchsfläche, auf welcher die Streu gerecht wurde, wurden 7 kg im natürlichen Zustande geerntet, auf der zweiten, wo sie gehackt wurde, 13,239 kg. Nach 20tägigem Trocknen an der Luft, also ungefähr in demselben Zustande der Trockenheit, in welchem die Streu gewöhnlich aus dem Walde abgefahren wird, wog die erste Probe 6,257 kg, die zweite 12,304 kg. Diese hatte demnach circa 10 % ihres Gewichtes an Wasser verloren, jene 11 %. Auf ¼ ha berechnen sich nach diesen Ergebnissen 3129 kg Rechstreu, andererseits 6152 kg Hackstreu. Aehnliche Zahlen betreff der Rechstreu finden wir bei Ebermayer a. a. O., S. 50; er erwähnt hier, daß der dreijährige Streu-Ertrag in Kiefernbeständen von 50—75 Jahren im Durchschnitt 8730 kg pro ha betrage. Dies ergiebt für ¼ ha 2194 kg, allerdings gegen obige 3129 kg eine um 935 kg geringere Menge. Zieht man aber in Betracht, wie aus den nachfolgenden Untersuchungen hervorgeht, daß die in Lindchen geworbene Streu beinahe 25 % Erde enthält, so wird die Differenz zwischen beiden Zahlen eine geringere.

Die Streu, sowohl Rechstreu wie Hackstreu, wird in der Nieder-Lausitz fast allgemein für alle Thiere verwendet, nur mit Ausnahme der Pferde, in der Hauptsache allerdings für Rindvieh. Schafe werden von den kleineren Besitzern wenig gehalten. Der Mist bleibt einige Zeit vielleicht 8 bis 14 Tage unter den Thieren liegen und wird dann, wenn er nicht direkt auf das Feld gefahren werden kann, auf die Düngerstätte gebracht, d. h. einfach auf den Hof geworfen. Denn eine auch nur den bescheidensten Anforderungen genügende Düngerstätte wird sich wohl nirgends finden.

Ein Verlieren werthvoller Theile, namentlich der Jauche, ist aber wenig zu befürchten, weil soviel Streu verwendet wird, daß sie die flüssigen Theile vollkommen aufnehmen kann. Hierbei wird besonders der hohe Gehalt der Streu an Erde eine gute Wirkung ausüben. Der so gewonnene Dünger hat ein kompostähnliches Aussehen, unterscheidet sich aber insofern von diesem, als das Ganze, weil die Zersetzung noch nicht weit genug vorgeschritten ist, und die Bearbeitung fehlt, nicht eine gleichförmige Masse, sondern ein Gemisch von Erde, Streu und den Exkrementen bildet. In diesem Zustande kommt der Dünger zur Verwendung. An den Gebrauch der Waldstreu haben sich die Bauern so gewöhnt, daß sie, wenn sie nicht alles Stroh verfüttern müssen, das überflüssige lieber als Richtstroh zu einem Preise von 1,50 bis 3,00 ℳ pro 50 kg verkaufen, als es streuen.

Die Heidewirthschaften der Lüneburger Heide unterscheiden sich insofern von den Lausitzer Wirthschaften, als sie nicht zur Deckung ihres Streubedarfes auf die Hülfe fremder Waldungen angewiesen sind, sondern ihr Streu-Reservoir, die Heide, in eigenem Besitz haben. Der Lüneburger Bauer verfügt meistens über ausgedehnte, unkultivirte Flächen, oft das fünf- bis zehnfache des Acker-Areals, die nur mit Heide, etwas Ginster, einigen Hungergräsern und Moosen bestanden sind, und die ihm neben einer dürftigen Weide für seine Heideschnucken nur die Streu liefern sollen. Deshalb kann der Wald durchgängig geschont werden.

Ueber die Arten der Streu-Gewinnung erwähnt Peters[1]):

1. lange Heide (Streuheide), das ist solche, wo die Heidpflanze oberhalb der Erde abgehauen wird und dann unter sich, am Wurzelende, keinen Zusammenhang behält;

2. solche Heide, die man mehr oberhalb des Bodens entnimmt, an die etwas Erde (Narbe, wie der Heidmarker sagt) gehauen wird. — Diese Heide verliert am Wurzelende ihren Zusammenhang nicht; die abgehauenen Stücke (Streifen) bilden noch gewissermaßen eine dünne Platte. In einigen Teilen des Lüneburgschen wird diese Form der Streu Schafheide genannt;

3. die sogenannten Plaggen. Bei solchen wird die meiste Erde an das Wurzelwerk gehauen.

Zur Gewinnung der Heide bedient man sich verschiedener Geräthe. Die lange Heide oder Streuheide wird mit der Twicke, mit der Heidklinge, auch mit der Sense abgehauen. Die Heide No. 2 besonders mit der Twicke, die Plaggen desgleichen.

Die Twicke ist ein Instrument nach Art der Hacken, aber bedeutend schwerer und größer. Die Länge des Blattes wird ungefähr 35—40 cm, die Breite einige 20 cm betragen. Der Stiel ist kurz und stark und steht ungefähr in einem Winkel von 70° zum Blatt. Die Heidklinge ist der Sense mehr oder weniger ähnlich.

Salfeld unterscheidet nur zwischen Streuheide und Plaggen, erwähnt aber nicht, ob die erstere mit oder ohne Erde gewonnen wird. Die Dicke der den Plaggen anhaftenden Erdschicht schwankt zwischen 2—8 cm. Die größte Dicke erreicht die Plagge in der Mitte, da sie eine zusammenhängende, gewölbte Masse bildet. Früher wurde den Kühen mehr lange Heide, weniger Plaggen gestreut. Jetzt sollen fast nur Plaggen gewonnen und diese gleichmäßig Schafen wie Kühen gestreut werden; Pferde und Schweine erhalten meistens Stroh. Der Bauer, welcher über viel Heide verfügt, gewinnt seine Plaggen in der Weise, daß er auf einer Fläche abwechselnd eine Twicke nimmt, daneben mehr oder weniger stehen läßt. Diese Art der Nutzung ist die verbreitetste. Es kommt aber auch gar nicht so selten vor, daß ganze Flächen vollkommen kahl gehauen werden, sodaß der reine Sand zurückbleibt. Natürlich hält es sehr schwer, bis derartig verwüstete Ländereien sich wieder erholen. In der Litteratur finden wir sehr verschiedene Angaben über diesen Punkt. Wo der Hieb schonend ausgeübt wird, soll schon nach 10 Jahren eine zweite Nutzung möglich sein; die meisten Autoren nehmen einen Zeitraum von 20 Jahren, einige auch von 40 Jahren und darüber an. Auf den Flächen, wo nur Streuheide gewonnen wird, kann gewöhnlich nach 6—12 Jahren eine zweite Nutzung erfolgen. Der Ertrag ist naturgemäß ein sehr wechselnder. Auf ihn sind die ver-

[1]) Peters „Die Heideflächen Norddeutschlands". Hannover 1862. S. 43.

schiedensten Umstände von Einfluß. Vor allem der Bestand der Heide, ob sie dicht geschlossen oder lückig steht, ob sie lang oder kurz ist. Weiter kommt es sehr darauf an, wie der Gebrauch ist, ob die Heide mit wenig oder viel Erde gehauen wird. Peters führt a. a. O. S. 20 an, daß man von gut bewachsener Heide 7—10 Fuder Streuheide pro $^1/_4$ ha erwarten dürfe, an Plaggen dagegen 40—80 Fuder Forstmeister A. Mayer[1]) schätzt den Ertrag eines Hektars an Streuheide auf 16—20 Fuder à 800 kg grüner oder 600 kg trockener Masse. Für $^1/_4$ ha berechnet sich demnach 4—5 Fuder à 800 kg grüne oder 4—5 Fuder à 600 kg trockene Masse. Gewichtsmäßig hat Immendorf[2]) den Ertrag von 10 qm Sandheide auf 32,500 kg Plaggen festgestellt. Für 1 ha ergeben sich also 32500 kg. Als höchste Zahlen sind vom Verfasser ermittelt worden 5 Fuder Streuheide (trocken) à 1000 kg oder 50 Fuder Plaggen ebenfalls à 1000 kg pro $^1/_4$ ha. Diese Angaben hinsichtlich der Plaggen übertreffen allerdings die Feststellungen Immendorfs um ein Bedeutendes, aber trotzdem sind sie nicht unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß je nach der Art der Nutzung, ob viel oder wenig Erde mit den Plaggen fortgenommen wird, der Ertrag außerordentlich wechseln kann. Die Streu holen die Bauern gewöhnlich an jedem oder an jedem zweiten Tage je nach Bedarf; vor der Ernte jedoch und vor Eintritt des Winters ist es üblich, sich einen größeren Vorrath zu verschaffen.

Eine Verpachtung kommt selten vor aus dem Grunde, weil meistens die Pächter fehlen würden, da, wie erwähnt, die Bauern selber in ausgedehntem Besitz von Heidflächen sind. Wo sie ausnahmsweise stattfindet, vielleicht in der Nähe größerer Ortschaften, in welchen es viele kleine Leute giebt, soll für $^1/_4$ ha Plaggenheide 10—16 ℳ erzielt worden sein. Unter denselben Verhältnissen findet man wohl, daß das Abplaggen der Heide in Akkord vergeben wird. Für $^1/_4$ ha werden 10—12 ℳ gezahlt; nach diesen Preisen berechnet sich, wenn man den in der Heide jetzt üblichen Tagelohn von 2 ℳ für den freien Arbeiter in Ansatz bringt, ein Arbeitsaufwand von 5—6 Tagen für den Morgen oder $^1/_4$ ha.

Ueber die Verwendung der Plaggen ist schon oben gesagt worden, daß sie sowohl Schafen wie Kühen gestreut werden. Vom Schafstall aus wird der Mist direkt zur Düngung auf das Feld gefahren. In den Kuhställen sind die Stände für die Kühe gegen den Erdboden um 80—100 cm vertieft, die Sohle gewöhnlich mit einer Lehmdiele, selten mit Pflaster versehen. Auch hier bleibt der Mist unter den Thieren liegen, so lange es irgend geht, bisweilen 6 Wochen und länger. Nach Bedarf werden frische Plaggen häufig täglich mehrere Male in den Stall geschafft. Sämmtliche Jauche wird so aufgesaugt, und auch das sich bildende Ammoniak durch die reichlich vorhandene Erde absorbirt. Liegt der Dünger endlich so hoch, daß er die zu ebener Erde befindlichen Krippen überragt und die Thiere knieen müssen, um an das Futter zu gelangen, so wird er, wenn ein Acker frei ist, auf diesen gefahren und gebreitet. Ist das nicht der Fall, so setzt man ihn auf dem Felde, wo er später zur Verwendung gelangen soll, in große rechtwinklige oder quadratische Mieten, welche sorgfältig von allen Seiten mit Plaggen zugedeckt werden. Eine Düngerstätte fehlt auch hier in den meisten Fällen. Bei der üblichen Wirthschaftsmethode scheint sie auch überflüssig zu sein.

[1]) Zeitschrift für Kultur des Moor- und Heidebodens. 1875. XIV. S. 56.
[2]) Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. XXVII. 1898. S. 502.

Nach dieser allgemeinen Beschreibung der Waldstreu- und Plaggen-Wirthschaften ist es wohl nöthig, Einiges über die Gewinnung und die äußere Beschaffenheit der Proben, welche zur Untersuchung gelangten, anzuführen. Ueber die Entnahme zweier Proben aus einem Walde des Rittergutes Lindchen ist schon berichtet worden. Die Rechstreu (bezeichnet als Rechstreu von Lindchen) enthielt in der Hauptsache Nadeln, etwas Rinde, sehr wenig Moos (Polytrichum). Die Hackstreu (Hackstreu I von Lindchen) bestand vorwiegend aus Erde, Heide (Calluna vulgaris), Nadeln, etwas Moos (Polytrichum). Eine zweite Hackstreu-Probe (Hackstreu II von Lindchen) stammt ebenfalls vom Rittergute Lindchen, aber aus einem andern Walde mit einem 25—35jährigen Kiefernbestande. Sie wies neben den Hauptbestandtheilen, Erde und Heide, wenig Nadeln, Flechten (Cladonia) und Moos (Polytrichum) auf. In diesem Walde wurde zugleich eine Boden-Probe genommen und zwar in der Weise, daß an mehreren Stellen zuerst eine Schicht von 15 cm ausgehoben wurde. Die so gewonnene Erde wurde auf das tüchtigste durchgemischt, von dem Gemisch eine Durchschnittsprobe gezogen. Diese ersten 15 cm wurden als Ackerkrume angesprochen in der Voraussetzung, daß die Bearbeitung des Ackers in den dortigen Gegenden nicht tiefer hinabgehe. Nach der Oberkrume wurden die nächsten 15 cm, also in einer Tiefe von 15—30 cm, ausgehoben und als Untergrund bezeichnet. Bei der Entnahme der später erwähnten Boden-Proben wurde dasselbe Verfahren beobachtet. Der Boden von Lindchen war dem Aussehen nach ziemlich humusreich, er war bis zu einer Tiefe von 5—8 cm schwarz gefärbt, im Uebrigen bestand er aus gelbem, demnach eisenhaltigem, nicht zu feinkörnigem Diluvialsand. In der Nähe dieses Waldes hatte ein Feld Roggen getragen, von dem Stroh wurde ebenfalls eine Probe genommen (Stroh von Lindchen). Eine weitere Hackstreu-Probe ist die von Wolkenberg, sie stammt aus einem 80—100jährigen Kiefernbestande und enthält neben Erde und Heide (Calluna vulgaris) Nadeln und ein wenig Moos (Polytrichum). Weitere Rechstreu-Proben verdankt der Verfasser der Güte eines Rittergutsbesitzers aus der Nieder-Lausitz. Dieser Herr sandte aus seinem eignen Walde (30jährige Kiefern) und zwar von einer Stelle mit schlechtestem Boden eine Probe (Rechstreu von Roitz), welche in der Hauptsache Moos (Hypnum), Heidekraut (Calluna vulgaris), Nadeln und Erde enthielt, daneben einige Heidelbeerstengel (Vaccinium Myrtillus), etwas Rinde und einiges trockenes Reisig. Streu war hier früher noch nicht geharkt worden. An gleicher Stelle wurden von Oberkrume und Untergrund Proben entnommen. Auf dem bezeichneten Rittergute waren im selben Jahre Roggendüngungsversuche angestellt worden. Von verschieden gedüngten Parzellen erhielt der Verfasser drei Proben und zwar 1. Stroh von einer Parzelle, welche auf $^1/_4$ ha berechnet 9000 kg Stall-Dung erhalten hatte (Stroh von Roitz mit Stalldünger gedüngt), 2. Stroh von einer mit 150 kg Thomasmehl, 200 kg Kainit und 50 kg Chilesalpeter gedüngten Parzelle (Stroh von Roitz mit Kunstdünger gedüngt) und 3. Stroh von einer ungedüngten Parzelle (Stroh von Roitz ungedüngt). Als Gegensatz zur Rechstreu-Probe vom schlechtesten Lausitzer Waldboden wurde eine andere von angeblich bestem Boden mitgesandt. Sie ist einem 200jährigen Kiefernbestande, in welchem seit 30 Jahren nicht geharkt war, entnommen und besteht zum weit überwiegenden Teile aus Moos (Hypnum cupressiforme), wenig Haide (Calluna vulgaris), Nadeln, einigen Heidel- und Preißelbeeren (Vaccinium Myrtillus und Vaccinium Vitis idaea), einigen Rindenabfällen und

dürren Reisern (Rechstreu von Jessen). Von der Oberkrume des Bodens war eine Probe beigefügt.

Die Plaggen sind mit einer Ausnahme vom Verfasser selber in ortsüblicher Weise entnommen worden. Sie entstammen sämmtlich trocken gelegenen, geringen Sandböden und enthalten alle die gemeine Heide (Calluna vulgaris); die Moor- oder Dopp-Heide (Erica tetralix) wurde absichtlich vermieden, weil ihr Vorkommen auf eine feuchtere Bodenbeschaffenheit deutet. Folgende vier Proben sind aus der Lüneburger Heide selbst: 1. Heide von Visselhövede, 2. von Breitenstein, 3. von Horn, 4. vom Schwarzen Berg. Diese weisen vereinzelt Ginster (Genista pilosa), Flechten (Cladonia und Steriocaulon), etwas Moos (Hypnum) und einige Gräser (Nardus stricta, Festuca ovina) auf. Bodenproben wurden an allen vier Orten von Oberkrume und Untergrund genommen. Humus war wenig, fast gar nicht vorhanden, der Sand war ziemlich feinkörniger Diluvialsand.

An Stroh standen dem Verfasser aus diesen Gegenden zur Verfügung: 1. Stroh von Breitenstein, welches auf einem nach den Regeln der Fruchtwechselwirthschaft bewirthschafteten Felde geerntet wurde. 2. Stroh aus Visselhövede, gewonnen auf einem frisch umgebrochenen Heidelande. Dieses war das erste Jahr mit Lupinen bei einer Düngung von 900 kg gebranntem Kalk, 150 kg Thomasmehl und 200 kg Kainit pro $^1/_4$ ha, das zweite Jahr mit Roggen bestellt. 3. Heidstroh. Nach der Versicherung des Verkäufers, eines Bauern, waren die Felder seiner Wirthschaft, aus welcher das Stroh stammte, nie mit anderen als mit Plaggendünger gedüngt worden.

Es schien von Interesse zu sein, neben den Heiden, welche auf den ärmsten Böden der Lüneburger Heide gewachsen waren, solche von einem etwas bessern Sandboden zu untersuchen. Der Besitzer des Rittergutes Benndorf bei Delitzsch gab dem Verfasser die Erlaubniß, auf seinem Areal eine Probe (Heide von Benndorf) nebst den Bodenproben zu entnehmen. Der Boden war ein gröberer, etwas thonhaltiger Sand mit ziemlich vielen Steinen. Die Stelle, auf welcher die Heide stand, soll vor Jahrzehnten in Kultur gewesen sein, im vorigen Jahre wurde sie wieder umgebrochen, um aufs Neue dem Ackerbau zu dienen.

An dieser Stelle möchte ich nicht unterlassen, allen den Herren, welche mich durch Uebersendung oder bei Gewinnung von Proben in so überaus gütiger Weise unterstützten, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Zu größtem Danke jedoch bin ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Ob.-Reg.-Rath Prof. Dr. Kühn, verpflichtet. Auch Herrn Prof. Dr. Baumert und Herrn Priv.-Doc. Dr. Falke möchte ich danken für ihre mir während der ganzen Dauer meiner Arbeit mit größter Bereitwilligkeit ertheilten Rathschläge.

Bevor zur Mittheilung der Ergebnisse geschritten werden kann, ist noch nöthig, Einiges über die Ausführung der Untersuchungen vorwegzuschicken. Es lag ursprünglich in der Absicht des Verfassers, die sowohl beiden Arten der Waldstreu, als auch namentlich der Heide anhaftende Erde auf mechanischem Wege von den Pflanzentheilen zu trennen und Erde und Pflanzentheile gesondert zu untersuchen. Von den Plaggen konnte allerdings die oberirdische Heide abgeschnitten werden. Diese wurde auch immer für sich untersucht, ebenso der größte Theil der Erde (im Folgenden kurz als Plaggenerde bezeichnet). Als unmöglich erwies es sich jedoch, die Wurzeln ganz von anhaftender Erde zu befreien. Weder durch Sieben noch

durch Schlämmen mit Wasser oder spezifisch schwereren Flüssigkeiten wollte es gelingen. Von einem Auslesen mit der Pincette wurde abgesehen, weil sich dieser Methode die unendlich vielen feinen Würzelchen entzogen haben würden. Aehnlich lagen die Verhältnisse bei der Waldstreu. Deshalb wurden, so sehr hinderlich auch der hohe Sandgehalt in vielen Fällen war, die Waldstreu in ihrer Gesammtheit, die Plaggen zerlegt in die drei Theile, oberirdische Heide, Plaggenerde und Wurzeln mit fest anhaftender Erde, den Untersuchungen unterzogen, und mit Hülfe der chemischen Analyse der Sand bestimmt. Die chemischen Analysen wurden nach den in den landwirthschaftlichen Laboratorien üblichen Methoden ausgeführt, fast alle Zahlen sind auf Grund zweier Analysen gefunden worden, die höchstens um die übliche Fehlergrenze von einander abweichen.

Da auf den Gehalt der Streu-Materialien an Erde, resp. Sand bei allen Ausführungen Bezug genommen werden muß, ist es wohl zweckmäßig, hier eine entsprechende Tabelle einzufügen.

100 Gewichtstheile lufttrockener Streu enthielten an Erde:

Stroh von Lindchen	0,84	%
„ „ Roitz (Stalldünger)	0,70	„
„ „ „ (Kunstdünger)	0,46	„
„ „ „ (Ungedüngt)	0,53	„
„ „ Visselhövede	1,15	„
„ „ Breitenstein	1,64	„
Heidstroh	0,61	„
Rechstreu von Lindchen	23,42	„
„ „ Roitz	23,10	„
„ „ Jessen	9,70	„
Hackstreu I. von Lindchen	49,40	„
„ II. „ „	42,62	„
„ „ Wolkenberg	41,56	„
Oberirdische Theile von Visselhövede	3,48	„
Wurzeln „ „	48,34	„
Oberirdische Theile von Breitenstein	2,66	„
Wurzeln „ „	42,15	„
Oberirdische Theile von Horn	1,40	„
Wurzeln „ „	34,70	„
Oberirdische Theile vom Schwarzen Berg	3,02	„
Wurzeln „ „ „	31,91	„

In der ganzen Plagge waren enthalten:

	Oberirdische Theile	Wurzeln	Erde
Plagge von Visselhövede	2,67 %	5,39 %	91,94 %
„ „ Breitenstein	5,27 „	4,49 „	90,24 „
„ „ Horn	11,90 „	9,68 „	78,42 „
„ vom Schwarzen Berg	3,83 „	3,53 „	92,64 „
„ von Benndorf	9,75 „	4,39 „	85,86 „

Beim Stroh ist der Sandgehalt ein so niedriger, daß er wohl ohne Fehler vernachlässigt werden kann, auch bei den oberirdischen Theilen der Heide ist er noch nicht bedeutend. Einen großen Prozentsatz weisen dagegen die Waldstreu-Arten und die Wurzeln der Heide auf, bei den Plaggen in ihrer Gesammtheit wird er vollends so hoch, daß man versucht ist, diese als reine Erdstreu mit einigen pflanzlichen Bestandtheilen anzusprechen.

Die erste Forderung, welche man an eine gute Streu stellt, ist die, daß sie den Thieren ein warmes, gesundes, weiches und trockenes Lager gewährt. Zwar ist die Wald- und Plaggenstreu durch ihren Gehalt an Erde kühler als das Stroh, aber auf die Gesundheit der Thiere wird sie deshalb wohl nicht von nachtheiligem Einfluß sein; auch eine genügende Weichheit wird man beiden Arten, wenn auch das Heidekraut hartstengelig ist, zusprechen müssen. Betreffs der Reinlichkeit stehen sie entschieden dem Stroh bedeutend nach. Die beschriebene Stall-Einrichtung bringt es mit sich, daß sämmtliche flüssigen Entleerungen von den Streu-Materialien aufgesaugt werden müssen. Stroh kann nun seiner lockeren Lagerung wegen Flüssigkeit durch die oberen Schichten hindurchsickern lassen und sie an die darunter liegenden abgeben, Waldstreu sowohl wie Plaggenstreu kann dies nicht, sondern muß, gezwungen durch den großen Gehalt an Erde, durch welche alle Hohlräume ausgefüllt werden, die Jauche an der Stelle aufnehmen, an welcher sie entleert worden ist. Deshalb ist häufig an einer Stelle das Lager mit Flüssigkeit gesättigt, infolgedessen feucht, während andere Stellen ganz trocken sind. Entweder muß man nun die Streu von den trockenen Stellen nach den feuchten hinziehen oder neue Streu zuführen.

Um festzustellen, wieviel Streu für ein Stück Großvieh erforderlich ist, giebt es zwei Wege. Man kann einmal sämmtliche für ein Stück Großvieh zur Verwendung kommende Streu wiegen und streut dann soviel ein, bis das Lager trocken ist. Oder man geht von der für Stroh schon bekannten Gewichtszahl aus und berechnet durch Vergleichung der Wasserkapazität dieses mit der des zu prüfenden Streu-Materials die von letzterem erforderliche Menge. Dieser Weg wurde vom Verfasser eingeschlagen. Allerdings sind auch darüber, wieviel Stroh ein Stück Großvieh als Streu erfordert, die Meinungen noch getheilt. Block rechnete z. B. im Winter 10 Pfund, im Sommer 8 Pfund; Thaer durchschnittlich 10 Pfund. Nach Versuchen von J. Kühn schwankte der Bedarf im Tiefstall je nach dem Futter und je nachdem, ob das Stroh kürzer oder länger geschnitten war, zwischen 9,5—11,51 Pfund. Dieser Autor ist der Ansicht, daß 10 Pfund = 5 kg im Durchschnitt ausreichend seien, um die flüssigen Entleerungen aufzunehmen. Da das Futter in den hier in Betracht kommenden Wirthschaften im Allgemeinen ein wenig wasserreiches ist, wird diese Zahl wohl als richtig angenommen werden können.

Die Wasserkapazität von Streu-Materialien ist von mehreren Autoren auf verschiedene Weise geprüft worden. Eine allgemein gültige und für alle Fälle zutreffende Methode giebt es noch nicht. Heiden[1]) operirte in folgender Weise. Ein kleines, fest zusammengebundenes Bund Stroh wurde so in Wasser gelegt, daß es von demselben ganz bedeckt war. Nach Verlauf von 24 resp. 48 Stunden wurde dasselbe aus dem Wasser genommen, aufrecht hin-

[1]) Heiden „Lehrbuch der Düngerlehre". Stuttgart 1868 Bd. II S. 47.

gestellt, um das anhängende Wasser ablaufen zu lassen und darauf noch $1^1/_2$ Stunden, bevor es gewogen wurde, liegen gelassen, um so das anhängende Wasser vollständig zu entfernen. Die von Heiden für Roggenstroh gefundenen Zahlen sind folgende:

In 24 Stunden aufgenommenes Wasser					241,4	%
Nach 2 Stunden wieder abgegebenes Wasser					11,0	„
„	weiteren	2	Stunden	„ „	3,60	„
„	„	16	„	„ „	35,40	„
„	„	4	„	„ „	2,20	„
„	„	4	„	„ „	3,30	„
„	„	16	„	„ „	12,20	„
Somit in 44 Stunden an Wasser abgegeben					67,70	„
Und nach 44stündigem Liegen an der Luft an Wasser zurückgehalten					173,70	„

Ein ähnliches Verfahren schlugen Ramann und v. Kalitsch[1]) ein. 1000 g des Materials (Holzwolle oder Stroh) wurden in einem großen Gefäß mit Wasser vollkommen übergossen, mehrere Stunden damit stehen gelassen und nach dem völligen Abtropfen gewogen. Sie fanden, daß 100 Theile Roggenstroh (40 cm lang geschnitten) 206 Theile Wasser aufnahmen. Etwas abweichend ging Ebermayer[2]) vor. Ein Behälter von genau 1 Kubikfuß Inhalt wurde mit den lufttrockenen, vollkommen reinen und humusfreien Streu-Materialien angefüllt, das Gewicht ermittelt. Hierauf wurde der Inhalt in einen weitmaschigen Sack gebracht, derselbe in ein Wasserfaß eingesenkt und bei den Hauptversuchen 2 Tage darin liegen gelassen, so daß die Streu Zeit hatte, sich mit Wasser vollständig zu sättigen. Die vollgesaugte Streu kam dann wieder in obigen Behälter und wurde abermals gewogen.

1 cbm	Roggenstroh	absorbirte	274,60	%	des Gewichtes
1 „	Moosstreu	„	282,74	„	„ „
1 „	Kiefernnadelstreu	„	142,60	„	„ „
1 „	Heidestreu	„	130,70	„	„ „

Wenn auch zugegeben werden muß, daß die beschriebenen Verfahren die einfachsten sind und den natürlichen Verhältnissen vielleicht am meisten entsprechen, so sah sich doch der Verfasser gezwungen, wegen des hohen Gehaltes der Materialien an Erde einen andern Weg einzuschlagen. Es ist einleuchtend, daß schon bei dem Eintauchen der Materialien in das Wasser der größte Theil der Erde abgespült worden wäre, ebenso wäre etwas an den Händen und Geräthschaften des Versuchs-Anstellers haften geblieben und wieder ein Theil beim Wiegen verloren gegangen. Deshalb wurde in etwas veränderter Form das Verfahren angewandt, welches Tacke zur Prüfung der Wasserkapazität der Torfstreu angiebt. Ein an einer Seite offener Würfel aus feinmaschigem Drahtgewebe, dessen Seiten genau 10 cm lang waren, wurde mit Filtrirpapier so ausgekleidet, daß dieses am Boden und an den Wänden fest anlag.

---

[1]) Landwirthschaftliche Jahrbücher Bd. XVIII 1889. Dr. E. Ramann und v. Kalitsch „Die Holzwolle als Streu-Material und ihre Zersetzungsfähigkeit" S. 307.

[2]) Ebermayer „Die gesammte Lehre der Waldstreu". Berlin 1876 S. 176.

So vorbereitet wurde der Würfel in Wasser getaucht, daß das Filtrirpapier vollkommen durchnäßt war, dann zum Abtropfen 10 Minuten lang in eine Schale gestellt, aber derartig, daß nur die äußersten Ecken mit der Schale in Berührung kamen, dann, nachdem eine trockene Schale untergestellt war, schnell gewogen. Vom Material wurden 10 g, auf 1 cm geschnitten, in Wasser zur bessern Durchfeuchtung aufgekocht, hierauf blieben sie 23 Stunden unter Wasser in einer Schale bedeckt mit einer Glasplatte stehen und wurden dann in den wie beschrieben vorbereiteten Würfel gespült. Zum ersten Mal wurde gewogen natürlich mit der zweiten tarirten trockenen Schale nach 10 Minuten, weiter nach $^1/_2$ Stunde, nach 6 und nach 23 Stunden. Nach jeder Wägung wurde der Würfel wieder in die erste Schale gestellt und dann mit einer Glasglocke bedeckt. Das Letztere geschah deswegen, um den Einfluß der Verdunstung, welcher mit jedem Tage ein wechselnder gewesen wäre, möglichst zu beschränken.

Die Zahlen, welche bei diesem Verfahren gewonnen wurden, sind folgende:

Bezeichnung	100 Gewichtstheile hatten an Wasser zurückgehalten nach einem Abtropfen von				
	10 Min.	$^1/_2$ Stunde	1 Stunde	6 Stunden	23 Stunden
Stroh von Roitz (Ungedüngt) .	644	438	406	366	320
„ „ „ (Stalldünger)	637	517	475	445	365
„ „ Lindchen	641	536	447	414	366
„ „ Breitenstein . . .	723	518	503	455	408
„ „ Roitz (Kunstdünger)	783	633	490	438	416
„ „ Vissselhövede . . .	704	546	479	454	420
Heidstroh	855	745	602	550	472
Rechstreu Lindchen	616	448	416	396	371
„ Roitz	940	790	715	670	510
„ Jessen	1455	1245	1227	1140	1110
Hackstreu I. Lindchen	552	495	450	410	400
„ II. „	362	272	252	232	205
„ Wolkenberg	450	345	330	315	290
Ob. Theile von Vissselhövede .	525	415	350	340	280
Wurzeln „ „ .	344	292	290	194	170
Ob. Theile von Breitenstein .	485	422	407	350	295
Wurzeln „ „ .	215	193	168	138	93
Ob. Theile von Horn . . .	450	275	250	240	200
Wurzeln „ „ . . .	380	360	294	273	220
Ob. Theile vom Schwarzen Berg	548	523	498	465	363
Wurzeln „ „	230	214	170	60	40
Ob. Theile von Benndorf . .	525	483	428	398	363
Wurzeln „ „ . .	500	425	395	375	305

Hier ist die niedrigste für Stroh gefundene Zahl (320) noch bedeutend höher als die von Ebermayer angegebene (274,6). Die höchste (472) beträgt beinahe das Dreifache der von Heiden angeführten (173,7). Die hohen Resultate sind in der Methode des Versuches begründet. Weil die Bodenfläche des Würfels nur 100 qcm betrug, lag das Material in einzelnen Stücken und Schichten übereinander. Zwischen diesen bildeten sich kleinere oder größere Zwischenräume, welche sich mit Wasser anfüllten. Dieses sickerte allerdings mehr und mehr nach unten und schließlich durch den Würfel hindurch (wie sich dieser Vorgang bei den einzelnen Materialien abspielte, ist aus den verschiedenen Wägungen ersichtlich); etwas Wasser wird aber doch wohl in den Zwischenräumen zurückgehalten worden sein. Daß die Bildung von Hohlräumen hauptsächlich der Kürze des Materials zuzuschreiben ist, geht aus folgendem Versuch hervor. Das mit Stalldünger gedüngte Stroh von Roitz wurde auf 3, 5 und 7 cm geschnitten und in diesen verschiedenen Längen der Untersuchung unterzogen.

100 Gewichtsteile enthielten an Wasser

	des 3 cm	des 5 cm	des 7 cm langen Strohes:
Nach 10 Minuten . . .	461	431	405
„ ½ Stunde . . .	405	418	351
„ 1 „ . . .	394	403	341
„ 6 Stunden . . .	355	388	290
„ 23 „	330	353	261

Während das 3 und das 5 cm lange Stroh ziemlich dieselbe Endzahl zeigen wie das auf 1 cm geschnittene, ist die des 7 cm langen ungefähr um 100 niedriger. Infolge seiner Länge lag dieses Stroh in dem Würfel mehr sperrig, die Halme einzeln, deshalb konnte das Wasser besser ablaufen. Trotz der Ergebnisse dieses Versuches wurde an der Absicht, das Material auf 1 cm zu schneiden, festgehalten, weil viele Theile der Waldstreu nur eben so lang oder noch kürzer sind.

Was die Zahlen für die verschiedenen Stroharten anlangt, so ist zunächst der Unterschied zwischen dem ungedüngten Stroh von Roitz und dem Heidstroh ein bedeutender. Daß das erstere eine geringe Wasserkapazität haben würde, konnte nach seiner äußeren Beschaffenheit erwartet werden. Die Halme waren schwach und dünn, infolgedessen die Hohlräume in ihnen klein und ihre Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und festzuhalten, gering. Das Heidstroh war bedeutend stärker, aber nicht besonders im Vergleich zu den übrigen Stroharten. Es zeigte allerdings noch viele Blätter und zwar nicht allein die Scheiden, sondern auch die Spreiten, demnach war es wahrscheinlich in der Milchreife geerntet worden. Hieraus ließe sich ja eine gewisse Weichheit der Halme und damit ihre größere Befähigung, Wasser aufzunehmen, erklären. Ob aber allein hierauf die hohe Wasserkapazität beruht, muß wohl dahingestellt bleiben. Die Schwankungen der noch restirenden Stroharten liegen wohl innerhalb der Fehlergrenzen. Als Mittel der sieben Stroharten ergiebt sich eine Wasserkapazität von 395 %.

Von den übrigen Zahlen fällt sofort die der Rechstreu von Jessen mit 1110 auf, noch dazu im Vergleich mit denen der Rechstreu von Lindchen (371) und der von Roitz (510). Wie weiter oben angeführt wurde, bestand die Rechstreu von Jessen zum überwiegenden Theile

aus Moos, die Rechstreu von Roitz enthielt dieses mit Heidekraut und Nadeln ungefähr zu gleichen Theilen, während die Rechstreu von Lindchen nur wenig Moos aufwies. Nach Ebermayer nimmt nun zwar die Moosstreu nur 282,74 % ihres Gewichtes an Wasser auf; Fleischer[1]) jedoch führt an, daß Moostorf das Neunfache bis zum Fünfzehnfachen seines Gewichtes an Wasser aufzunehmen vermag. Mit den Angaben dieses Autors würde die für die Rechstreu von Jessen gefundene Zahl ziemlich übereinstimmen. Die Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Rechstreuarten ließen sich demnach in der Hauptsache durch ihren verschiedenen Gehalt an Moos erklären.

Bei den Hackstreuarten ist wohl die größere oder geringere Wasserkapazität neben ihrem Gehalt an Moos durch den an Heide bedingt. Denn, wie aus den betreffenden Zahlen hervorgeht, hat die Heide, und vor allem die mehr oder weniger verholzten älteren Theile namentlich also die Wurzeln, eine geringe Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und festzuhalten. Natürlich hat bei allen Streusurrogaten der Sandgehalt in hohem Grade deprimirend gewirkt und zwar am meisten bei der Hackstreu und den Wurzeln der Heide, weniger bei der Rechstreu und den oberirdischen Theilen der Heiden.

Um die Wasserkapazität der Heidstreu in ihrer Gesammtheit kennen zu lernen, mußte auch der als Plaggenerde bezeichnete Theil geprüft werden. Es geschah dies nach der üblichen Methode in den bekannten 17 cm hohen, 3 cm weiten Zinkkästchen. Die Zahlen, welche sich ergaben, sind folgende:

Wasserkapazität	der	Plaggenerde	von Visselhövede . . .	40,48 %
„	„	„	„ Breitenstein . . .	32,81 „
„	„	„	„ Horn	23,75 „
„	„	„	vom Schwarzen Berg . .	27,52 „
„	„	„	von Benndorf	38,96 „

Berücksichtigt man nach Seite 11 die prozentische Zusammensetzung der ganzen Plagge, so ergiebt sich, daß in 100 Theilen der Heidstreu

	die oberird. Theile	die Wurzeln	die Plaggenerde	also die ganze Plagge
von Visselhövede	7,48 %	9,16 %	37,22 %	53,86 %
„ Breitenstein	15,55 „	4,18 „	29,61 „	49,34 „
„ Horn	23,80 „	21,30 „	18,62 „	63,72 „
vom Schwarzen Berg . . .	13,90 „	1,41 „	25,50 „	40,81 „
von Benndorf	35,39 „	13,39 „	33,45 „	82,23 „

an Wasser aufzunehmen vermögen. Im günstigsten Falle kann also die Plaggenstreu noch nicht einmal so viel an Wasser aufnehmen, als ihr eigenes Gewicht beträgt.

Nachdem so die Wasserkapazität des Strohes und der übrigen Streuarten festgestellt ist, werden wir die Frage, wieviel Streu für ein Stück Großvieh erforderlich ist, weiter erörtern können. Für Stroh war angenommen worden, daß 5 kg ausreichend seien. Wir sehen aber, daß die Wasserkapazität des Strohes sehr schwanken kann. Je nach der Größe derselben wird man deshalb, wenn man in allen Fällen 5 kg anwendet, die Einstreu als eine

[1]) Fleischer „Die Torfstreu, ihre Herstellung und Verwendung". Bremen 1890.

knappe, genügende und reichliche bezeichnen können. Nach diesen drei Abstufungen berechnet sich der tägliche Bedarf für ein Stück Großvieh:

Bezeichnung	Im ersten Fall ℔. = 1/2 kg	Im zweiten Fall ℔. = 1/2 kg	Im dritten Fall ℔. = 1/2 kg
Rechstreu Lindchen	8,63 = 4,32	10,90 = 5,45	12,72 = 6,36
„ Roitz	6,28 = 3,14	7,75 = 3,88	9,32 = 4,66
„ Jessen	2,88 = 1,44	3,55 = 1,78	4,25 = 2,13
Hackstreu I Lindchen	8,0 = 4,0	9,88 = 4,94	11,80 = 5,90
„ II „	15,61 = 7,81	19,27 = 9,64	23,02 = 11,51
„ Wolkenberg	11,03 = 5,52	13,61 = 6,81	16,28 = 8,14
Ob. Theile von Visselhövede	11,43 = 5,72	14,11 = 7,06	16,86 = 8,43
Wurzeln „ „	18,82 = 9,41	23,24 = 11,62	27,76 = 13,88
Ganze Plagge „ „	59,61 = 29,81	73,59 = 36,80	87,93 = 43,97
Ob. Theile von Breitenstein	10,85 = 5,43	13,39 = 6,70	16,0 = 8,0
Wurzeln „ „	34,41 = 17,21	42,47 = 21,24	50,75 = 25,38
Ganze Plagge „ „	64,86 = 32,43	80,06 = 40,03	95,66 = 42,83
Ob. Theile von Horn . . .	16,0 = 8,0	19,75 = 9,88	23,60 = 11,80
Wurzeln „ „ . . .	14,55 = 7,28	17,95 = 8,98	21,45 = 10,73
Ganze Plagge „ „ . . .	50,22 = 25,11	61,99 = 31,0	74,06 = 37,03
Ob. Theile vom Schwarzen Berg	8,82 = 4,41	10,88 = 5,44	13,0 = 6,50
Wurzeln „ „	80,0 = 40,0	98,75 = 49,38	118,0 = 59,0
Ganze Plagge „ „	78,41 = 39,21	96,79 = 48,40	115,56 = 57,78
Ob. Theile von Benndorf .	8,82 = 4,41	10,88 = 5,44	13,0 = 6,50
Wurzeln „ „ .	10,49 = 5,25	12,95 = 6,48	15,48 = 7,74
Ganze Plagge „ „ .	39,01 = 19,51	48,04 = 24,02	57,40 = 28,70

Aus den gefundenen Zahlen geht hervor, daß, wenn allein die Wasserkapazität in Betracht käme, die Rechstreu ein sehr gutes Ersatzmittel für Stroh wäre. Denn mit Ausnahme zweier Fälle ist bei ihrer Anwendung der tägliche Bedarf ein geringerer als beim Stroh; die Rechstreu von Jessen erfordert sogar bei reichlichster Einstreu kaum die Hälfte des Gewichtes des Strohes.

Auch die Hackstreu wäre noch als ein einigermaßen gutes Surrogat zu bezeichnen, von ihr würde man das gleiche bis zum doppelten Gewicht nöthig haben wie vom Stroh. Im Großen und Ganzen liegen die Verhältnisse ähnlich bei den oberirdischen Theilen der Heide.

Auf die für die Wurzeln der Heide gefundenen Zahlen hier näher einzugehen, ist wohl nicht nöthig, weil sie für sich allein in der Praxis nie zur Verwendung kommen. Ihre Untersuchung in der Weise, wie sie geschah, erklärt sich, wie oben gezeigt worden ist, aus der Beschaffenheit des Materials.

Große Massen sind bei Plaggenstreu erforderlich, anfangend vom vierfachen bis steigend zum zwölffachen Gewichte des Strohes.

Nehmen wir weiter die Zahlen der mittelsten Spalte zum Anhalt und ziehen wir aus diesen für die einzelnen Streu-Arten den Durchschnitt, so stellt sich der Bedarf für ein Stück Großvieh im Jahre (zu 365 Tagen):

an Rechstreu	auf	1 350 kg	
„ Hackstreu	„	2 601 „	(rund 2600 kg)
„ oberirdischen Theilen der Heide .	„	2 519 „	
„ Plaggenstreu	„	13 152 „	

Die weitere Umrechnung nach Geldwerth gestaltet sich zu einer sehr schwierigen, da alle die Faktoren, welche hierbei in Betracht kommen, für jede Wirthschaft, und auch noch innerhalb derselben, je nach Umständen verschieden sind. Um aber doch irgend einen Anhalt zu gewinnen, wird es am richtigsten sein, man geht von Mittelzahlen aus und berücksichtigt die Grenzen nach oben und nach unten.

Fragen wir zunächst, wie viel kostet das als Streu verwerthete Stroh? Wenn in der eigenen Wirthschaft genügend Stroh erzeugt würde, so kämen unstreitig die Kosten der Produktion, ferner die für Aufbewahrung, Verzinsung des Kapitals u. s. w., endlich die des Hineinschaffens in den Stall in Betracht. Auf diese Weise fänden wir, wie theuer das Stroh frei Stall wäre. In den Wirthschaften aber, um die es sich handelt, wird eben nicht genügend Stroh produzirt und muß von außen zugekauft werden. Deshalb ermitteln wir den Marktpreis und die Transportkosten bis in den Stall (Generalunkosten können wohl der Einfachheit und ihrer geringen Größe wegen unberücksichtigt bleiben). Ebenso hätten wir bei den übrigen Streu-Materialien zu verfahren, hier kämen allerdings noch die Werbungskosten hinzu.

Da in einem spätern Abschnitt nach dem Düngewerth der Streu-Materialen gefragt wird, so ist es vielleicht zweckmäßig, um nicht wiederholen zu müssen, die Rechnung so weit durchzuführen, daß die Kosten frei Acker ermittelt werden. Einem Vergleich der Streu-Materialien untereinander ist dieses Verfahren nicht hinderlich, ja es scheint sogar schon hier eine gewisse Rücksichtnahme auf diesen Punkt geboten.

Der Marktpreis für Stroh ist nun gewöhnlich 1 ℳ pro 50 kg; auch in der Lausitz soll man es zu diesem Satze erhalten können. Angenommen, der Bauer habe bis zum Marktorte (in solchen Fällen wohl ein größeres Gut) einen Weg von 4 km, so wird er nicht öfter als zwei Mal im Tage (d. h. zwei Mal hin und zwei Mal zurück fahren können. Auf ein Fuder wird er ungefähr 900 kg laden, demnach hätte er gerade einen Gespanntag nöthig, um für ein Stück Großvieh den Jahresbedarf von 1825 kg fortzuschaffen. Als Kosten für ein Gespann nebst Knecht sind wohl nicht mehr als 8 ℳ in Ansatz zu bringen. Ein Junge hilft beim Laden, für ihn seien 50 ₰ gerechnet. Die Arbeiten des Hineinschaffens in den Stall und das spätere Aufladen im Mist sind wohl mit 1 ₰ pro 50 kg bezahlt. Weiter kommen die Kosten für Fahren auf das Feld in Ansatz. Nehmen wir an, daß der zu düngende Acker 1 km vom Hofe entfernt sei, so könnte der Bauer 8 Mal täglich fahren. An Fuhrlohn hätte er nach obigen Sätzen für ein Fuder von ca. 900 kg 1 ℳ zu rechnen,

für 1825 kg also 2 ℳ. Endlich kommt noch das Breiten auf dem Acker in Betracht pro 50 kg mit $^3/_4$ ₰.

Insgesammt wären die Kosten:

1825 kg Stroh an Ort und Stelle . .	36,50 ℳ
1 Gespanntag	8,00 „
1 Junge	0,50 „
Hineinschaffen in den Stall, Aufladen . .	0,37 „
Fuhrlohn nach dem Felde	2,00 „
Breiten daselbst	0,27 „
Summa:	47,64 ℳ

Für den Centner ergeben sich demnach frei Acker 1,29 ℳ.

Bei den Streusurrogaten, namentlich der Waldstreu, ist schon der Preis an Ort und Stelle ein sehr schwankender. Um ein Beispiel durchzuführen, seien die oben geschilderten Verhältnisse von Lindchen zum Anhalt genommen. Der Bauer bot für $^1/_4$ ha ob Rech- ob Hackstreu 6—9 ℳ. Bei einem Ertrage von 3129 kg Rechstreu stellen sich 50 kg auf 9,59—14,38 ₰. Die Werbungskosten sind (2 Arbeitstage pro $^1/_4$ ha) pro 50 kg 6,39 ₰. Das Fuhrlohn wird man in derselben Weise wie beim Stroh berechnen müssen, also mit 21,92 ₰ pro 50 kg. Die Arbeit des Jungen wird ebenfalls erforderlich sein, theils zum Nachharken, theils zum Festtreten auf dem Wagen, sie belastet 50 kg mit 1,37 ₰. Auch die nun folgenden Arbeiten sind dieselben wie beim Stroh und müssen in gleicher Weise bewerthet werden.

Der Bedarf für ein Stück Großvieh an Rechstreu (rund 1350 kg im Jahr) kostet:

1350 kg Rechstreu an Ort und Stelle .	2,59— 3,88 ℳ
Werbungskosten	1,73— 1,73 „
Transportkosten an Gespann	5,93— 5,93 „
Arbeit des Jungen	0,37— 0,37 „
Hineinschaffen in den Stall, Aufladen .	0,27— 0,27 „
Fuhrlohn nach dem Felde	1,48— 1,48 „
Breiten daselbst	0,20— 0,20 „
Summa:	12,57—13,86 ℳ

50 kg demnach 46,55—51,33 ₰.

Unter diesen Verhältnissen stellt sich der Jahresbedarf eines Stückes Großvieh an Rechstreu um 33,78—35,07 ℳ billiger als der Bedarf an Stroh, wenn letzteres käuflich mit 1 ℳ pro 50 kg erworben werden muß.

Wenn eine Rechstreu mit noch günstigerem Aufsaugungsvermögen angewendet würde z. B. die von Jessen, so würde die Rechnung bei gleich bleibenden Verhältnissen noch rentabler. In Wirklichkeit würde natürlich sofort der Preis ganz bedeutend steigen; wir haben gesehen, daß bis zu 60 ℳ pro $^1/_4$ ha gezahlt sind. Um nun ungünstige Bedingungen für die Rechstreu zu schaffen, wollen wir an diesem Preise festhalten und annehmen, daß der Ertrag auch nur wie in Lindchen 3129 kg sei. Eine einfache Rechnung ergiebt, daß sich 50 kg Rechstreu an Ort und Stelle noch etwas billiger stellen als 50 kg Stroh. Auch mit allen

Unkosten wie Werbung, Fuhrlohn u. s. w. wird selbst unter diesen Verhältnissen nur in 2 von 9 Fällen die Rechstreu frei Acker theuerer sein als Stroh.

An Hackstreu bedarf ein Stück Großvieh eine bedeutend größere Menge nämlich rund 2600 kg pro Jahr. Bei einer hier anzustellenden Kostenberechnung seien wieder dieselben Verhältnisse, was Entfernung des Waldes, andererseits des Ackers vom Hofe betrifft, vorausgesetzt, Preis und Ertrag seien dieselben wie in Lindchen. Es ergiebt sich demnach:

2600 kg Hackstreu an Ort und Stelle .	2,54— 3,80	ℳ
Werbungskosten (für 6152 kg 12 ℳ) .	5,07— 5,07	„
Fuhrlohn nach dem Hofe	11,40—11,40	„
Arbeit des Jungen	0,71— 0,71	„
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen	0,52— 0,52	„
Fuhrlohn nach dem Felde	2,85— 2,85	„
Breiten daselbst	0,39— 0,39	„
Summa:	23,48 24,74	ℳ

(50 kg = 45,48—47,58 ₰.)

Auch der Jahresbedarf eines Stückes Großvieh läßt sich durch Hackstreu billiger beschaffen als durch Stroh und zwar in diesem Falle um 22,90—24,10 ℳ.

Nehmen wir auch bei der Hackstreu die ungünstigsten Verhältnisse an, zunächst, daß täglich für ein Stück Großvieh 11,51 kg, im Jahre also 4200 kg, erforderlich seien, ferner, daß bei einem Ertrage von 6152 kg pro $^1/_4$ ha der Preis 9,00 ℳ wäre, die übrigen Verhältnisse sollen dagegen unverändert bleiben, so spart der Bauer immer noch einige Mark, wenn er Hackstreu statt des Strohes anwendet. Denn

4200 kg Hackstreu an Ort und Stelle . . .	6,14	ℳ
Werbungskosten	8,19	„
Fuhrlohn nach dem Hofe	18,41	„
Arbeit des Jungen	1,15	„
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen . .	0,84	„
Fuhrlohn nach dem Felde	4,60	„
Breiten daselbst	0,63	„
Summa	39,96	ℳ

(Für 50 kg 47,58 ₰.)

Für die Wirthschaften der Lüneburger Heide werden wir das angezogene Beispiel insofern modificiren müssen, als wir darauf Rücksicht zu nehmen haben, daß die Flächen, aus denen der Bauer seinen Bedarf an Streuheide oder an Plaggen deckt, vom Hofe durchschnittlich nicht weiter als 2 km entfernt sind. Wenn oberirdische Heide, also sogenannte Streuheide angewendet wird, ergiebt sich folgende Berechnung. Ein Stück Großvieh erfordert jährlich an Streuheide durchschnittlich rund 2500 kg. Für $^1/_4$ ha Streuheide ließ sich der Preis nicht ermitteln, weil eine Verpachtung in dieser Art selten oder nie vorkommt, sondern nur die der Plaggennutzung. Um einen Anhalt zu haben, sei als niedrigste Pachtquote 5, als höchste 10 ℳ angenommen. Der Ertrag eines Morgens = $^1/_4$ ha wird

gewöhnlich auf 5 Fuder à 1000 kg, in Summa also 5000 kg geschätzt. Das Abmähen wird die Tagesarbeit eines Mannes erfordern, das Zusammenbringen in Haufen $^1/_2$ Tag, für beide Arbeiten wären also $1^1/_2$ Tage nöthig, an Lohn für $1^1/_2$ Tage wären 3 ℳ zu zahlen.

Es ergiebt sich:

2500 kg Streuheide an Ort und Stelle . . .	2,50 —	5,— ℳ
Werbungskosten	1,50 —	1,50 „
Fuhrlohn nach dem Hofe	5,48 —	5,48 „
Arbeit des Jungen	0,68 —	0,68 „
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen . . .	0,50 —	0,50 „
Fuhrlohn nach dem Felde	2,74 —	2,74 „
Breiten daselbst	0,37 —	0,37 „
Summa	13,77 —	16,27 ℳ

(Für 50 kg 27,55 – 32,55 ₰.)

Bei dem ungünstigsten Material und reichlichster Einstreu gebraucht der Bauer pro Jahr und Stück Großvieh 4307 kg oder rund 4300 kg Streuhaide. Diese kosten ihm

4300 kg Streuheide an Ort und Stelle . . .	4,30 —	8,60 ℳ
Werbungskosten	2,58 —	2,58 „
Fuhrlohn nach dem Hofe	9,43 —	9,43 „
Arbeit des Jungen	1,17 —	1,17 „
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen . . .	0,86 —	0,86 „
Fuhrlohn nach dem Felde	4,71 —	4,71 „
Breiten daselbst	0,64 —	0,64 „
Summa	23,69 —	27,99 ℳ

(50 kg 27,55 — 32,55 ₰.)

Es bleibt nun noch übrig, die Kosten der Plaggenstreu festzustellen. Ein Morgen zur Plaggennutzung kostet 10 — 16 ℳ Pacht und liefert 50 Fuder à 1000 kg in Summa 50 000 kg Plaggen. $^1/_4$ ha zu hauen, kostet 12 ℳ, für Zusammenbringen in Haufen werden wir noch mindestens 2 ℳ auswerfen müssen. Das Aufladen wird etwas schwierig sein, hierfür seien die Kosten des Jungen in Ansatz gebracht, welcher sonst zu den bei den übrigen Streuarten nöthigen Arbeiten wie Laden, Festtreten und Nachharken wohl nicht gebraucht wird. Wenn ein Stück Großvieh jährlich rund 13 150 kg Plaggen erfordert, so berechnet sich

13 150 kg Plaggen an Ort und Stelle	2,63 —	4,21 ℳ
Werbungskosten	3,68 —	3,68 „
Fuhrlohn nach dem Hofe	28,82 —	28,82 „
Arbeit des Jungen	3,40 —	3,40 „
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen . . .	2,63 —	2,63 „
Fuhrlohn nach dem Acker	14,41 —	14,41 „
Breiten daselbst	1,97 —	1,97 „
Summa	57,54 —	59,12 ℳ

(50 kg 21,88 — 22,48 ₰.)

Berücksichtigen wir nun weiter den günstigsten und ungünstigsten Fall für die Plaggenstreu. Im ersteren Falle ergiebt sich für ein Stück Großvieh ein täglicher Bedarf von 19,50 kg, ein jährlicher von rund 7050 kg. Die Kosten sind:

7050 kg an Ort und Stelle	1,41 — 2,26 ℳ
Werbungskosten	1,97 — 1,97 „
Fuhrlohn nach dem Hofe	15,45 — 15,45 „
Arbeit des Jungen	1,93 — 1,93 „
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen	1,41 — 1,41 „
Fuhrlohn nach dem Acker	7,73 — 7,73 „
Breiten daselbst	1,06 — 1,06 „
Summa	30,96 — 31,71 ℳ

(Für 50 kg 21,88 — 22,18 ₰.)

Im ungünstigsten Fall stellt sich die Rechnung wie folgt:

16100 kg (täglich 57,78 kg) an Ort und Stelle	3,22 — 5,15 ℳ
Werbungskosten	4,51 — 4,51 „
Fuhrlohn nach dem Hofe	35,29 — 35,29 „
Arbeit des Jungen	4,41 — 4,41 „
Hineinschaffen in den Stall und Aufladen	3,22 — 3,22 „
Fuhrlohn nach dem Acker	17,65 — 17,65 „
Breiten daselbst	2,42 — 2,42 „
Summa	70,72 — 72,65 ℳ

(Für 50 kg 21,88 — 22,48 ₰.)

Die Anwendung der Streuheide würde demnach für den Lüneburger Bauern eine Ersparniß bedeuten von 19,65 — 33,87 ℳ gegenüber dem Stroh. Anders liegen die Verhältnisse bei Plaggenstreu. Nur in dem günstigsten Falle würde diese sich billiger als Stroh stellen, schon im Durchschnitt ist ihre Anwendung um 9,90 — 11,48 ℳ, im ungünstigsten Falle, der übrigens von dem Mittel nur halb so weit entfernt liegt als der günstigste, um 23,08 — 25,01 ℳ theurer als Stroh.

Einem Einwande muß hier begegnet werden, der sofort von einem Heidbauern erhoben würde. Dieser würde sagen, die Heide habe ich einmal, ich kann sie nicht anders nutzen als durch Streu, deshalb darf für Pacht keine Summe in Ansatz gebracht werden. Dieses Verlangen ist ja nur scheinbar gerechtfertigt, denn es ist doch klar, wenn der Bauer nicht zufällig die Heiden selber in Besitz hätte, müßte er Flächen pachten, wo er seine Streu gewinnen könnte. Aber folgen wir einmal dem Vorschlage und setzen den Pachtbetrag ab, so ergiebt sich, daß die Zahlen dadurch verhältnißmäßig nur eine geringe Aenderung erleiden. Bei der Streuheide würden die Kosten demnach schwanken zwischen 11,27 — 19,39 ℳ, bei der Plaggenstreu zwischen 29,55 — 67,50 ℳ. Die Kosten für Pacht sind nur von geringem Einfluß, den Ausschlag geben in der Hauptsache die Transportkosten.

Mit demselben Rechte, wie der Bauer verlangt, daß für die Heidflächen nichts in Ansatz gebracht wird, könnte jemand sagen, das Stroh wird nicht seiner selbst willen, sondern

mit den Körnern erzeugt, und in einer geordneten Wirthschaft soll so viel erzeugt werden, daß das zum Streuen Erforderliche vorhanden ist, also brauchen wir es überhaupt nicht zu bewerthen. Unter diesen Umständen wäre allerdings das Stroh in jedem Falle das billigste Streu-Material. Ein weiteres Eingehen auf diesen Punkt scheint nach dem, was oben über die Kosten des Strohes gesagt wurde, überflüssig.

Zu erwähnen ist jedoch noch dreierlei, was bei den bisherigen Rechnungen nicht in Betracht gezogen werden konnte. Einmal ist hervorzuheben, daß die Streu-Materialien häufig aus größeren Entfernungen als den hier angenommenen bezogen werden müssen; hierdurch werden natürlich die Transportkosten vertheuert, die der Surrogate aber meistens mehr als die des Strohes. Ferner ist zu berücksichtigen, daß alle Zahlen nur für lufttrockenes Material gelten, während doch in vielen Fällen die Streusurrogate in ziemlich feuchtem Zustande Verwendung finden, dadurch stehen sie ebenfalls hinter dem Stroh zurück. Weiter spricht zu Gunsten des Strohes, daß die Surrogate, namentlich wenn sie viel Erde enthalten, sich schlecht hantiren lassen und zwar sowohl in Verbindung mit den Exkrementen als ohne sie, denn Gabel wie Schaufel läßt sich in gleicher Weise schlecht anwenden. Wollen wir diesen Umständen einigermaßen Rechnung tragen, so ist es vielleicht gerechtfertigt, die für die Streusurrogate gefundenen Mittelzahlen als günstigste anzunehmen, bei den höchsten Zahlen würde natürlich keine Aenderung eintreten.

Neben der Wasserkapazität der Streu-Materialien ist ihre Zersetzungsfähigkeit von größter Bedeutung, denn von ihr hängt die mehr oder weniger günstige Beschaffenheit des Stallmistes und demzufolge die Wirkung der in ihm enthaltenen Pflanzennährstoffe ab, und auch für die Humusbildung ist der Verlauf der Zersetzung von außerordentlichem Einfluß. Der Zerfall organischer Substanzen nun ist nicht als ein rein chemischer, sondern als ein chemisch-physiologischer Prozeß aufzufassen, insofern als er nur unter Mitwirkung von Mikroorganismen stattfinden kann. Diese kleinsten Lebewesen sind in der Natur überall in ungeheuren Mengen verbreitet und finden sich auch immer dort, wo Zersetzungsprozesse vor sich gehen. Daher ist ihre Thätigkeit bislang wenig beachtet und sie selber wenig untersucht worden, unzweifelhaft dargethan ist es aber, daß ihre Gegenwart bei dem erwähnten Prozesse unbedingt nöthig ist. Die Zersetzung organischer Substanzen findet entweder durch die Verwesung oder durch die Fäulniß statt. Der erstere Prozeß geht bei genügender Luft- (Sauerstoff-) Zufuhr, Wärme und Feuchtigkeit vor sich, seine gasförmigen Endprodukte sind neben vielleicht zuweilen auftretenden ganz geringen Mengen freien Stickstoffs Ammoniak, Wasser und Kohlensäure, die mineralischen Nährstoffe, welche gewissermaßen von der organischen Substanz eingeschlossen und in diesem Zustande nicht assimilirbar sind, werden frei und gehen zum größten Theil in eine aufnehmbare Form über. Die Fäulniß entsteht bei ungenügender Zufuhr oder Abschluß des Sauerstoffs. Sie liefert eine ungleich geringere Menge gasförmiger Produkte, welche vornehmlich durch Kohlensäure, Sumpfgas (Methan), Wasserstoff (Schwefel- und Phosphorwasserstoff), Stickoxydul, freien Stickstoff repräsentirt sind, während die organische Substanz eine mehr oder weniger dunkel gefärbte, der Zersetzung weiterhin in hohem Grade widerstehende Masse bildet, welche neben eigenthümlichen stickstofffreien verschiedene stickstoffhaltige Verbindungen (Leucin, Tyrosin, Indol, Skatol, primäre Amine, Amidosäuren u. s. w.), sowie Ammoniak

unter Umständen Nitrite, ferner flüchtige Fettsäuren (Ameisensäure, Buttersäure, Essigsäure, Propionsäure, Valeriansäure) enthält und die Mineralstoffe zum größten Theil in nicht aufnehmbarer Form einschließt. In der Regel ist die Ammoniak-Entwickelung eine beschränkte und schreitet der Zerfall der Eiweißstoffe nur bis zur Bildung hochzusammengesetzter organischer Verbindungen vor.[1]) Diese beiden Prozesse, der der Verwesung und der der Fäulniß, gehen in dem Stallmist und zwar im Stalle, auf der Dungstätte und im Acker fortwährend vor sich. Nach dem eben Gesagten muß der erstere, wenn er in gewissen Grenzen verläuft, der für den Landwirth erwünschte sein. Auf den Gang der Verwesung des Stallmistes nun sind die Streu-Materialien von größtem Einfluß. Im Allgemeinen haben sie die Aufgabe, auf die leichte Verwesbarkeit der thierischen Exkremente hemmend zu wirken, damit nicht werthvolle Pflanzennährstoffe wie das Ammoniak sich allzu stark und zu frühzeitig entwickeln und deshalb ungenutzt verloren gehen. Aber sie dürfen auch nicht zu schwer zersetzbar sein, sonst rufen sie die Fäulniß-Erscheinungen mit ihren nachtheiligen Folgen hervor. Deshalb werden Streu-Materialien von mittlerer Zersetzungsfähigkeit die besten sein.

Wie die Verwesung organischer Substanzen verläuft, kann man nach der Menge der in einer gewissen Zeit gebildeten gasförmigen Endprodukte beurtheilen. Gewöhnlich beschränkt man sich darauf, die Kohlensäure allein zu bestimmen. Nach dieser Methode sind von verschiedenen Forschern, so von v. Fodor, Schlösing, Kostytscheff, Ramann und v. Kalitsch, Schulze und vielen Anderen Versuche angestellt, namentlich aber von E. Wollny. Die Erfahrungen des Letztgenannten, wie er sie in seinem oben angeführten Werke niedergelegt hat, sind bei den folgenden Versuchen des Verfassers in der Hauptsache zum Anhalt genommen worden.

Der zur Prüfung der Zersetzung der Streu-Materialien vom Verfasser konstruirte Apparat ist in seiner definitiven Gestalt aus der beifolgenden Zeichnung ersichtlich. Seine wesentlichsten Theile sind folgende: A ist eine U-Röhre aus Glas mit seitlichen Ansätzen von ca. 300 ccm Inhalt und 2,80 cm lichter Weite, in ihr wurde das zu prüfende Material der Verwesung ausgesetzt. Die sich bildende Kohlensäure sollte in den kleinen mit körnigem Natronkalk gefüllten U-Röhren a und a_1 aufgefangen, ihre Menge durch das Gewicht festgestellt werden. Von einem Ueberleiten der Kohlensäure in Barytlauge und nachherigem Titriren dieser mittelst Oxalsäure, ein Verfahren, welches Pettenkofer, Wollny und andere angewendet haben, wurde abgesehen, weil bei den in Frage kommenden Versuchen größere Kohlensäure-Mengen erwartet werden durften, und deswegen ihre Feststellung durch das Gewicht genügende Genauigkeit zu bieten schien. Der Zweck der übrigen mehr nebensächlichen Theile wird am passendsten im Laufe der folgenden Erörterungen erklärt werden.

Wie oben ausgeführt wurde, geht die Verwesung nur unter gewissen Bedingungen, nämlich bei ausreichender Sauerstoffzufuhr, genügender Feuchtigkeit und Wärme vor sich. In diesem Falle, wo es darauf ankam, verschiedene Substanzen auf ihre Verwesbarkeit zu prüfen, war es nöthig, für alle die Bedingungen gleich und möglichst günstig zu gestalten. Auf einfache Weise war dies hinsichtlich der Wärme zu erreichen. Nach den Versuchen von

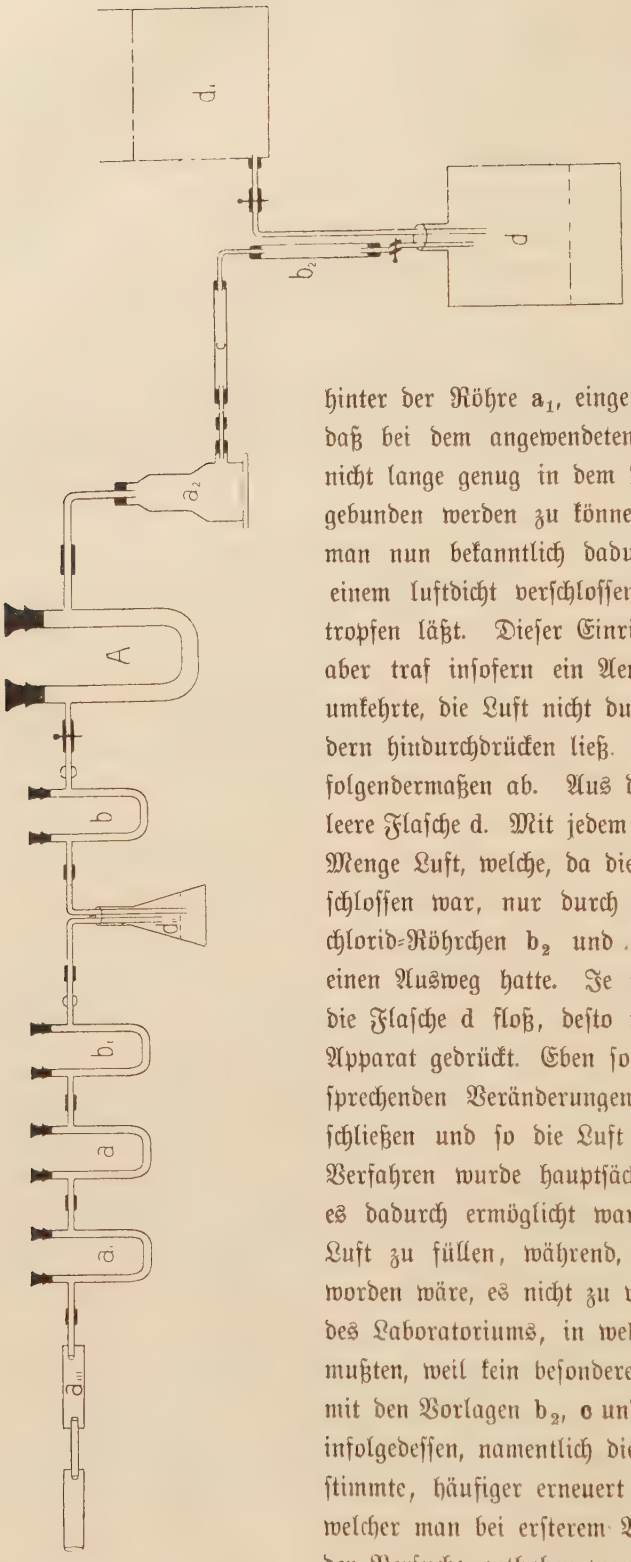
[1]) Nach Wollny „Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen". Heidelberg 1897.

Kostytscheff[1]) ist das Wärme-Optimum 35° C. Die große U-Röhre wurde nun bis zur Höhe des seitlichen Ansatzes in ein Wasserbad gestellt, und dieses dauernd auf der bezeichneten Temperatur gehalten. Geheizt wurde Anfangs mit einer Petroleum-Lampe, aber diese erforderte, weil öfter die Flamme regulirt werden mußte, eine dauernde Aufsicht. Deshalb wurde später Gas verwendet, welches man einem einfachen Bunsen-Brenner entströmen ließ. Allerdings kamen auch hier noch Schwankungen bis zu drei Grad nach oben (also bis zu 38°) und bis zu drei Grad nach unten (also bis zu 32°) vor. Es war jedoch anzunehmen, daß diese von geringem oder gar keinem Einfluß auf den Gang der Verwesung waren und vernachlässigt werden konnten. Deshalb wurde auch von der Verwendung eines Thermostaten Abstand genommen.

Der zweite der in Betracht kommenden Faktoren ist die Feuchtigkeit. Nach Wollny (a. a. O. S. 125) nimmt die Zersetzung der organischen Stoffe mit deren Feuchtigkeitsgehalt zu, über ein bestimmtes Maß hinaus muß aber das Wasser die Kohlensäurebildung herabdrücken, weil der Luftzutritt durch das in größeren Mengen vorhandene Wasser vermindert wird. Indem man von der Ueberlegung ausging, daß die Streumaterialien in der Hauptsache während ihres Liegens im Boden den Prozeß der Verwesung durchzumachen haben, lag der Gedanke nahe, das in ihm durchschnittlich enthaltene Maß von Feuchtigkeit zum Anhalt zu nehmen. Wenn man dieses zahlenmäßig feststellen will, verfährt man gewöhnlich so, daß man die wasserfassende Kraft des Bodens bestimmt und von ihr 60 % zum Ansatz bringt. Dieser Modus wurde auch hier innegehalten. Ein Theil der Feuchtigkeit sollte in Form von 10 ccm Jauche gegeben werden. Es geschah dies, um den Substanzen Zersetzungsbakterien zuzuführen. Wenn auch anzunehmen war, daß alle Materialien diese enthielten, so konnten sie doch in dem einen oder andern durch irgend welche Zufälligkeiten getödtet sein. Der Möglichkeit, daß in solchem Falle die Zersetzung ungünstig beeinflußt würde, war so vorgebeugt.

Was endlich das zu verwendende Sauerstoffquantum betrifft, so bestand von vornherein die Gefahr, daß dieses bei einer längeren Dauer der Versuche, wie sie in Aussicht genommen war, zu klein würde, wenn nicht eine öftere Erneuerung stattfände. Am einfachsten schien es zu sein, durch die Apparate permanent einen Strom atmosphärischer Luft streichen zu lassen. Das wirksame Agens derselben ist in diesem Falle natürlich nur der Sauerstoff, ihr Stickstoff kann als für die Verwesung indifferenter Körper weder schaden noch nützen. Deshalb brauchte auf sein Vorhandensein keine Rücksicht genommen zu werden. Dagegen konnten die in der Luft enthaltenen Beimengungen die Versuchs-Ergebnisse beeinträchtigen, sie mußten entfernt werden, bevor die Luft in die große U-Röhre eintrat. Um den Wasserdampf abzuhalten, wurde die mit Calciumchlorid gefüllte Röhre b_2 vorgelegt. In der Röhre c waren Bimssteinstückchen übergossen mit konzentrirter Schwefelsäure zur Aufsaugung des Ammoniaks. Der Trockenthurm a_2 war mit körnigem Natronkalk gefüllt, damit die Kohlensäure festgehalten wurde. Als weitere Frage ergab sich, welche Kraft soll die Luft durch den Apparat hindurchleiten. Bei einem Vorversuche, bei welchem Stroh in der großen U-Röhre der Verwesung ausgesetzt war, ließ man zunächst die Luft direkt in die Calciumchlorid-

[1]) Annales de la science agronomique française et étrangère 1887. T. II. Fasc. 2 p. 165.



Röhre b_2 eintreten und durch eine an die Natronkalkröhre a_1 angeschlossene mit Hülfe der Wasserleitung betriebene Luftpumpe hindurchsaugen (natürlich fehlten damals noch die Flaschen d und d_1). Bald zeigte sich aber, daß der Strom in jedem Falle zu stark war. Erkannt wurde dies daran, daß Barytlauge, welche man in einem Kölbchen hinter der Röhre a_1, eingeschaltet hatte, sich trübte, ein Beweis, daß bei dem angewendeten Luftstrom die gebildete Kohlensäure nicht lange genug in dem Natronkalk verweilte, um von diesem gebunden werden zu können. Einen schwachen Luftstrom kann man nun bekanntlich dadurch erzeugen, daß man Wasser aus einem luftdicht verschlossenen Gefäß, einem Aspirator, herausstropfen läßt. Dieser Einrichtung bediente man sich auch hier, aber traf insofern ein Aenderung, als man sie gewissermaßen umkehrte, die Luft nicht durch den Apparat hindurchsaugen, sondern hindurchdrücken ließ. Der Vorgang spielte sich demzufolge folgendermaßen ab. Aus der Flasche d_1 tropfte Wasser in die leere Flasche d. Mit jedem Tropfen verdrängte dieses eine kleine Menge Luft, welche, da die Flasche d im Uebrigen luftdicht verschlossen war, nur durch ein Glasröhrchen nach dem Calciumchlorid-Röhrchen b_2 und von dort weiter durch den Apparat einen Ausweg hatte. Je mehr Wasser aus der Flasche d_1 in die Flasche d floß, desto mehr Luft wurde natürlich durch den Apparat gedrückt. Eben so gut hätte man die Flaschen mit entsprechenden Veränderungen an der entgegengesetzten Seite anschließen und so die Luft hindurchsaugen können. Das erstere Verfahren wurde hauptsächlich aus dem Grunde gewählt, weil es dadurch ermöglicht war, die Flasche d mit ziemlich reiner Luft zu füllen, während, wenn der andere Weg eingeschlagen worden wäre, es nicht zu vermeiden gewesen wäre, daß die Luft des Laboratoriums, in welchem die Versuche ausgeführt werden mußten, weil kein besonderer Raum zur Verfügung stand, direkt mit den Vorlagen b_2, c und a_1, in Berührung kam. Diese hätten infolgedessen, namentlich die zur Auffangung des Ammoniaks bestimmte, häufiger erneuert werden müssen, eine Nothwendigkeit, welcher man bei ersterem Verfahren während der ganzen Dauer der Versuche enthoben war. Daß der Luftstrom mit Hülfe der

beschriebenen Einrichtung ein genügend langsamer wurde, ersah man aus dem Klarbleiben des oben erwähnten Indikators, der Barytlauge. Andererseits mußte die Frage erörtert werden, ob man so viel Sauerstoff zuführen könnte, daß er voraussichtlich zur Bildung von Kohlensäure ausreichte. Aus einer einfachen Rechnung ergiebt sich, daß, wenn täglich nur $^3/_4$ l Luft zur Verfügung stehen, wie es im Minimum der Fall war, mit Hülfe des in ihr enthaltenen Sauerstoffes 0,3 g Kohlensäure produzirt werden können. Eine derartige Menge war nicht zu erwarten und ist auch in keinem Falle erzielt worden.

Als wesentlichster Punkt kam endlich in Betracht, in welcher äußeren Beschaffenheit die Substanzen der Verwesung ausgesetzt werden sollten. In dem ursprünglichen Zustande konnten sie nicht zur Verwendung gelangen, weil die U-Röhre sie wegen der Größe mancher ihrer Theile nicht hätte fassen können. Zerkleinert mußten sie deshalb werden. Und zwar wurde beschlossen, sie einmal gepulvert, also in möglichst feinem Zustande, sodann auf 1 cm geschnitten sich zersetzen zu lassen.

Nachdem so die vorbereitenden Fragen erledigt sind, ist es wohl angebracht, der Uebersicht wegen noch einmal in kurzen Worten den ganzen Apparat und die Bestimmung seiner einzelnen Theile zu beschreiben. Die Thätigkeit des Apparates gestaltete sich folgendermaßen. Mit Hülfe der beiden Flaschen d und d_1, wurde atmosphärische Luft durch den ganzen Apparat gedrückt. Zuerst gelangte sie zu den Vorlagen b_2, c, a_2, wo sie von Wasserdampf, Kohlensäure und Ammoniak befreit wurde. Rein trat sie in die große U-Röhre, um dort durch ihren Sauerstoff die organische Substanz zu zersetzen. Die gebildeten gasförmigen Produkte gingen zunächst in die mit Calciumchlorid gefüllte Röhre b, um noch etwa mitgerissenes Wasser abzugeben. Von dort gelangten sie in die theilweise mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Flasche d_2. Was an Ammoniak noch nicht durch das Calciumchlorid der Röhre b gebunden war, wurde hier zurückgehalten. Durch den Luftstrom konnte wiederum der verdünnten Schwefelsäure Wasser entzogen sein, dieses aufzufangen diente die mit Calciumchlorid gefüllte Röhre b_1. Die Kohlensäure endlich wurde von dem in den Röhren a und a_1 enthaltenen Natronkalk gebunden. Hinter den Röhren a und a_1 befanden sich noch eine mit Natronkalk und eine mit Calciumchlorid gefüllte Röhre, um die Kohlensäure und den Wasserdampf der äußeren Luft zu nehmen, wenn sie zu den Natronkalkröhren a und a_1 gelangen sollte, was eigentlich ausgeschlossen war, da in dem Apparat stets Ueberdruck herrschte. Bei den ersten Versuchen war zwischen der Röhre a_1 und a_3 noch das erwähnte Kölbchen mit Barytlauge angebracht. Dieses wurde später fortgenommen, nachdem man in der Bemessung des Luftquantums die nöthige Sicherheit erlangt hatte. Zu erwähnen ist noch, daß die oberen Oeffnungen der großen und der kleinen U-Röhren mit Kautschukstopfen, die langen Röhren und der Trockenthurm mit Korken versehen mit einem Siegellacküberzug verschlossen waren. Die einzelnen Theile des Apparates waren durch Gummischläuche verbunden. Um den Apparat auf Luftdichtheit zu prüfen, hatte man ein sehr bequemes Mittel. Man sperrte einen Theil nach dem andern mittelst Quetschhahnes ab und ließ das Wasser fließen. Wurde der Strom allmählich schwächer und hörte er schließlich ganz auf, so hatte der Apparat die Probe bestanden. Während des Betriebes erkannte man eine Störung an dem Ausbleiben der sonst regelmäßig in der verdünnten

Schwefelsäure aufsteigenden Luftbläschen. Ein sofortiges Unterbrechen des Ganges ermöglichten die an verschiedenen Stellen, wie aus der Zeichnung ersichtlich, angebrachten Quetschhähne. Wenn zum Wiegen die U-Röhren a und a_1 abgenommen werden mußten, wie es alle sieben Tage geschah, wurden sie ebenfalls benutzt, außerdem war vorher ein Schraubenquetschhahn auf den Gummischlauch hinter der Calciumchlorid-Röhre b aufgesetzt worden.

Bei einem ersten Versuch, zu welchem die U-Röhre mit ungefähr 18,0 g Stroh in grob gepulvertem Zustande beschickt war, zeigte sich noch insofern ein Uebelstand, als nach einigen Tagen der Luftstrom nicht mehr cirkulirte. Der Grund war der, daß sich das Stroh an mehreren Stellen mit Wasser vollgesaugt hatte und der Luft nun den Durchgang nicht gestattete. Die Materialien für sich allein der Verwesung auszusetzen, war demnach nicht angängig, deshalb wurden sie bei einem zweiten Vorversuche natürlich in weit geringern Mengen in so viel Boden eingebettet, als die U-Röhre zu fassen vermochte. Da unter diesen Umständen der Apparat in allen seinen Theilen tadellos funktionirte, konnte zu einer definitiven Aufstellung des Versuchsplanes geschritten werden.

Was zunächst die Dauer der Versuche betrifft, so wurde beschlossen, sie möglichst lange fortzusetzen, weil zu erwarten war, daß bei größeren Zeiträumen größere Verschiedenheiten in den von den einzelnen Substanzen entwickelten Kohlensäure-Mengen sich ergeben würden. Nach den Ergebnissen eines Vorversuches schienen nach dieser Richtung acht Wochen ausreichend zu sein. Die Materialien alle einer Prüfung zu unterziehen, war von vornherein ihrer großen Anzahl wegen ausgeschlossen. Da eine Auswahl getroffen werden mußte, entschied man sich, von den Streusurrogaten die Rechstreu von Jessen, die Hackstreu II von Lindchen, oberirdische Theile der Heide und Wurzeln derselben und zwar derjenigen vom Schwarzen Berg zu prüfen. Zum Vergleich wurden einzelne Stroharten herangezogen, man wählte Stroh von Roitz (mit Stalldünger gedüngt), das mit Kunstdünger gedüngte von ebendort und das Heidstroh. Natürlich mußte von allen Streuarten eine gleiche Menge der Prüfung unterzogen werden. Dem äußeren Gewicht nach konnte diese nicht festgestellt werden, weil sonst die Streusurrogate dem Stroh gegenüber ihres hohen Sandgehaltes wegen im Nachtheil gewesen wären. Deshalb wurde in allen Materialien der Kohlenstoff mittelst der Elementaranalyse bestimmt. Es konnten so die Mengen von Kohlensäure, welche sich in den verschiedenen Substanzen aus derselben Gewichtsmenge Kohlenstoff entwickelt hatten, verglichen werden. Da die U-Röhren gerade 200 g Boden faßten, wurde beschlossen, so viel Material zu verwenden, daß in ihm 2 g Kohlenstoff, also der hundertste Theil des Gewichtes des Bodens, enthalten war.

Die Elementaranalyse ergab:

in der Rechstreu von Jessen	41,755	% C.
„ „ Hackstreu II von Lindchen	29,573	„ „
„ den oberirdischen Theilen der Heide	47,21	„ „
„ „ Wurzeln der Heide	31,61	„ „
„ dem Stroh von Roitz (mit Kunstdünger)	43,65	„ „
„ „ „ „ „ (mit Stalldünger)	39,82	„ „
„ „ Heidstroh	41,97	„ „

Demnach waren 2 g Kohlenstoff enthalten

bei der Rechstreu von Jessen in . . . . . 4,79 g
„ „ Hackstreu II von Lindchen in . . . 6,763 „
„ den oberirdischen Theilen der Heide in . . 4,236 „
„ „ Wurzeln in . . . . . 6,327 „
„ dem Stroh von Roitz (mit Kunstdünger) in 4,582 „
„ „ „ „ „ (mit Stalldünger) „ 5,023 „
„ „ Heidstroh in . . . . . 4,765 „

Aus gleichen Mengen von Kohlenstoff mußten sich gleiche Mengen von Kohlensäure entwickeln und zwar aus 2 g C. 7,333 g CO_2.

An Bodenarten wurden verwendet und zwar in Form der Feinerde, welche durch Sieben durch ein 2 mm-Sieb gewonnen war, Oberkrume von Jessen, von Lindchen, von Horn. In die erstere wurde einmal Rechstreu von Jessen, dann Stroh von Roitz (mit Kunst-Dünger gedüngt) eingebettet; in die Oberkrume von Lindchen Hackstreu II von Lindchen und Stroh von Roitz (mit Stalldünger gedüngt); in die von Horn oberirdische Theile und Wurzeln der Heide und Heidstroh. Dadurch, daß je ein Stroh und ein Surrogat in demselben Boden der Verwesung ausgesetzt wurden, konnte man diese unter sich vergleichen, denn der Humus desselben Bodens mußte auch dieselben Mengen von Kohlensäure liefern. Um die Kohlensäure kennen zu lernen, welche aus der organischen Substanz allein stammte, mußte man die Kohlensäure des Bodens von der Gesammtmenge in Abzug bringen, daher diese ebenfalls ermitteln. Zu dem Zwecke wurden einige U-Röhren nur mit 200 g Boden und der nöthigen Feuchtigkeitsmenge beschickt. Zuvor war auch der Kohlenstoffgehalt des Bodens festgestellt worden. Es ergab:

Boden von Jessen 0,715 % C. In 200 g waren demnach enthalten 1,430 g C. Sie konnten 5,243 g CO_2 entwickeln.

Boden von Lindchen 2,30 % C. In 200 g waren demnach enthalten 4,60 g C. Sie konnten 16,153 g CO_2 entwickeln.

Boden von Horn 0,555 % C. In 200 g waren demnach enthalten 1,11 g C. Sie konnten 4,07 g CO_2 entwickeln.

Rechnerisch war dieses Subtraktions-Exempel sehr einfach und klar. Immerhin mußte aber noch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß die organische Substanz des Bodens auf die Produktion von Kohlensäure aus den Streu-Materialien irgend welchen unbekannten und zufälligen Einfluß, sei es fördernder, sei es hemmender Natur, haben könnte. Deshalb wurde beschlossen, wenigstens bei der zweiten Versuchsreihe, wo die Streuarten geschnitten zur Verwendung kamen, neben den Boden-Arten auch ein indifferentes Material und zwar geglühten Diluvialmischsand $<$ 1 mm $>$ $^1/_2$ mm als Medium zu verwenden. Aus den 10 ccm Jauche endlich, welche den Materialien hinzugesetzt wurde, entwickelte sich ebenfalls Kohlensäure. Da diese für je eine Versuchsreihe dieselbe war (die Jauche wurde der Jauchen-Grube des landwirthschaftlichen Instituts entnommen), konnte sie füglich vernachlässigt werden. Um aber doch die von ihr entstammende Kohlensäure kennen zu lernen, wurde eine U-Röhre nur mit 200 g geglühtem Sand, 10 ccm Jauche und der nöthigen Feuchtigkeit beschickt.

Bei der Prüfung der Bodenarten hinsichtlich ihrer wasserfassenden Kraft ergab sich, daß

Boden von Jessen 27,38 % feines Gewichtes
„ „ Lindchen 28,0 „ „ „
„ „ Horn 28,65 „ „ „

an Wasser aufnahm. Wenn 60 % der wasserfassenden Kraft an Feuchtigkeit gegeben werden sollten, so mußten bei 200 g Boden von Jessen 32,84 ccm
„ 200 „ „ „ Lindchen 33,60 „
„ 200 „ „ „ Horn 34,38 „

hinzugefügt werden. (Das Gewicht eines Kubikcentimeters Wasser wurde allerdings mit einem kleinen Fehler zu 1 g angenommen). Da diese Zahlen nur die geringe Differenz von 1,54 aufweisen, so wurde der Gleichmäßigkeit wegen in allen Fällen das ungefähre Mittel, nämlich 33,5 ccm, an Feuchtigkeit hinzugesetzt und zwar 10 ccm in Form von Jauche, der Rest als destillirtes Wasser. Der geglühte Sand wies allerdings nur eine wasserfassende Kraft von 17,5 % auf, trotzdem hielt man es für richtig, auch bei ihm eine gleiche Feuchtigkeits-Menge zur Anwendung zu bringen. Wie schon oben gesagt worden ist, verdunstete fortwährend aus der großen U-Röhre etwas Wasser. Während eines acht Wochen dauernden Vorversuches wurde das von der Calciumchlorid-Röhre b aufgefangene Wasser ermittelt. Da nur ungefähr 2 g gefunden wurden, war man wohl berechtigt, anzunehmen, daß dieser geringe Verlust keinen irgendwie nachtheiligen Einfluß auf den Gang der Verwesung ausüben würde.

Am zweckmäßigsten hinsichtlich der Mischung der Materialien mit dem Boden, der Jauche und dem Wasser war folgendes Verfahren. Die abgewogene Substanz wurde zunächst trocken in einer Schale mit den 200 g Boden gemischt, sodann die 10 ccm Jauche und ungefähr ebensoviel Wasser hinzugesetzt, das Ganze tüchtig durcheinander gerührt und nun unter möglichst gleichmäßiger Vertheilung der Rest des Wassers hinzugesetzt. Auf diese Weise erzielte man eine gleichförmige Mischung der Substanz, des Bodens und des Wassers. Aus der Schale wurde die Masse unter Vermeidung jeden Verlustes in die U-Röhre gebracht, diese mit den Kautschukstopfen verschlossen und an ihrem Platze in den vorher montirten Apparat eingeführt, so daß darauf sofort der Luftstrom hindurchgeleitet werden konnte.

Die erste Versuchsreihe bildeten:

Apparat Nr. 1. mit 4,79 g Rechstreu von Jessen, 200 g Boden von Jessen, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

„ Nr. 2. mit 4,582 g Stroh von Roitz (mit Kunstdünger gedüngt), 200 g Boden von Jessen, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

„ Nr. 3. mit 6,763 g Hackstreu II von Lindchen, 200 g Boden von Lindchen, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

„ Nr. 4. mit 5,023 g Stroh von Roitz (mit Stalldünger gedüngt), 200 g Boden von Lindchen, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

„ Nr. 5. mit 4,236 g oberirdischen Theilen der Heide vom Schwarzen Berg, 200 g Boden von Horn, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

„ Nr. 6. mit 6,327 g Wurzeln der Heide vom Schwarzen Berg, 200 g Boden von Horn, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

Apparat Nr. 7. mit 4,765 g Heidstroh, 200 g Boden von Horn, 23,5 ccm destillirtem Wasser, 10 ccm Jauche.

Die Streu-Materialien waren auf der Märckerschen Mühle gemahlen und befanden sich daher in ganz feinem Zustande.

Außer diesen Apparaten wurde noch einer mit 200 g Boden von Jessen, ein zweiter mit 200 g Boden von Lindchen, ein dritter mit 200 g Boden von Horn und der nöthigen Feuchtigkeitsmenge aufgestellt. Leider konnten diese letzten drei Versuche nicht lange fortgesetzt werden, weil ihr Gang äußerer Umstände wegen ein unregelmäßiger geworden war. Bei den übrigen 7 Apparaten zeigte sich während der ganzen achtwöchigen Dauer keine Störung, außer, daß vereinzelt die Calciumchlorid-Röhrchen b erneuert werden mußten, weil aus der großen U-Röhre verdunstetes Wasser das Calciumchlorid an der äußern Seite ein wenig zum Schmelzen gebracht und dadurch eine Verstopfung veranlaßt hatte.

Ein Wägen der Natronkalkröhren a und a_1 fand alle 7 Tage zur selben Stunde statt. In dieser Zeit waren auch gewöhnlich die Flaschen d vollgelaufen und mußten entleert werden. Die hierdurch nothwendige Unterbrechung wurde auf das geringste Maß beschränkt und war für alle Apparate die gleiche; gewöhnlich vergingen nur 2—3 Stunden vom Absperren der Apparate an gerechnet bis zum Wiederanstellen des Luftstromes.

Aus den 7tägigen Wägungen der Natronkalkröhren a und a_1 berechnet sich eine tägliche Durchschnittsmenge von Kohlensäure:

Datum	Rechstreu von Jessen	Stroh von Roitz (Kunstdünger)	Hackstreu II von Lindchen	Stroh von Roitz (Stalldünger)	Oberirdische Theile der Heide	Wurzeln der Heide	Heidstroh
	Boden Jessen		Boden Lindchen		Boden Horn		
9.—16. März .	0,018816	0,043740	0,042792	0,084396	0,04766	0,086196	0,13992
17.—23. „ .	0,017743	0,066300	0,030170	0,113430	0,05780	0,049460	0,08723
24.—30. „ .	0,009800	0,026710	0,019520	0,063830	0,05057	0,022900	0,05901
31. März–6. April	0,006940	0,011910	0,017490	0,050830	0,04289	0,022400	0,04514
7.—13. April .	0,006143	0,007857	0,010200	0,029170	0,02250	0,016057	0,027343
14.—20. „ .	0,005986	0,008686	0,010286	0,019600	0,017857	0,011486	0,017343
21.—27. „ .	0,008814	0,005030	0,007347	0,014657	0,012686	0,011630	0,010570
28. April—4. Mai	0,007000	0,007714	0,006230	0,014287	0,006970	0,010930	0,012030
Im ganzen Durchschnitt . . .	0,010155	0,022243	0,018003	0,048763	0,031117	0,028883	0,049823
Gesammtmenge in 56 Tagen . .	0,568694	1,245629	1,008175	2,730700	1,745520	1,617413	2,790102

An Wasser wurde im Durchschnitt täglich verbraucht:

Bei Nr. 1 . . . . . 1,19 kg

„ Nr. 2 . . . . . 1,42 „

Bei Nr. 3 . . . . . 1,04 kg
„ Nr. 4 . . . . . 0,83 „
„ Nr. 5 . . . . . 1,33 „
„ Nr. 6 . . . . . 1,08 „
„ Nr. 7 . . . . . 0,94 „

Natürlich ist hier nicht der Endzweck die verbrauchten Wassermengen kennen zu lernen, sondern das Luft-Quantum, welches den einzelnen Substanzen zur Verfügung stand. Wenn dieses genau hätte festgestellt werden sollen, so hätte es durch Messen des Luftquantums geschehen, gleichzeitig hätten fortwährend Thermometer und Barometer beobachtet werden müssen. Eine solche Genauigkeit schien jedoch in diesem Falle nicht erforderlich, vielmehr schien es zu genügen, wenn man allerdings mit kleinen Fehlern annahm, daß durch ein Kilogramm Wasser ein Liter Luft verdrängt sei. Auf diese Weise gelangte man sehr leicht zum Ziel.

Die zweite Versuchsreihe wurde in derselben vorhin beschriebenen Weise beschickt, nur mit dem Unterschiede, daß sich die Materialien statt im gepulverten Zustande im geschnittenen befanden und sie nicht nur in die Oberkrume der verschiedenen Bodenarten, sondern auch in geglühten Sand eingebettet wurden. Wiederum wurde je ein Apparat allein mit Boden von Jessen, Lindchen und Horn und einer mit geglühtem Sande, alle mit der nöthigen Feuchtigkeit versehen, aufgestellt.

Die Resultate sind folgende:

Es entwickelten im Durchschnitt täglich Kohlensäure:

Datum	Oberkrume von Jessen	Oberkrume von Lindchen	Oberkrume von Horn	Geglühter Sand
	mit Jauche			
6.—12. Juni	0,024165	0,003000	0,029270	0,0004343
13.—19. „	0,011743	0,020430	0,010230	0,001686
20.—26. „	0,006743	0,009300	0,005830	0,000770
27. Juni — 3. Juli . .	0,006057	0,007300	0,005400	0,00180
4.—10. Juli	0,0062877	0,006770	0,006287	0,000743
11.—17. „	0,005457	0,005430	0,005457	0,00140
18.—24. „	0,003230	0,004314	0,003230	0,001114
25.—31. „	0,004714	0,005857	0,004714	0,001030
Im ganzen Durchschnitt . .	0,008550	0,007800	0,008802	0,00111
Gesammtmenge in 56 Tagen	0,478772	0,436807	0,492926	0,062841
Gesammtmenge d. Kohlensäure nach Abzug der Jauche.	0,415931	0,373966	0,430085	—

Tägliche durchschnittliche Kohlensäure-Mengen der Materialien, eingebettet in die Oberkrume.
(Nach Abzug der Kohlensäure der Oberkrume und der Jauche.)

Datum	Rechstreu von Jessen	Stroh von Roitz (m. Kunstdünger)	Hackstreu II von Lindchen	Stroh von Roitz (m. Stalldünger)	Oberirdische Theile der Heide	Wurzeln der Heide	Heidstroh
	Boden Jessen		Boden Lindchen		Boden Horn		
6 –12. Juni . .	0,011090	0,070539	0,10744	0,07342	0,09228	0,018131	0,07991
13.—19. „ . .	0,019571	0,061857	0,084341	0,11728	0,044613	0,018841	0,110227
20.—26. „ . .	0,011657	0,066057	0,021670	0,084157	0,022770	0,00400	0,082913
27. Juni — 3. Juli	0,011257	0,063573	0,014757	0,060170	0,024343	0,006143	0,050630
4.—10. Juli . .	0,007856	0,045799	0,023030	0,047360	0,016213	0,004643	0,036656
11.—17. „ . .	0,006943	0,033573	0,015140	0,027570	0,009400	0,002600	0,030914
18.—24. „ . .	0,005113	0,022130	0,010656	0,035543	0,013227	0,003913	0,012340 ?
25.—31. „ . .	0,002716	0,019116	0,011800	0,016457	0,012986	0,006216	0,021800
Im ganzen Durchschnitt . . .	0,009525	0,047831	0,036104	0,057745	0,029479	0,008061	0,053170
Gesammtmenge in 56 Tagen . .	0,533421	2,678508	2,021838	3,233699	1,650824	0,451409	2,977590

Tägliche durchschnittliche Kohlensäure-Mengen der Materialien eingebettet in geglühten Sand.
(Nach Abzug der Kohlensäure der Jauche.)

Datum	Rechstreu von Jessen	Stroh von Roitz (m. Kunstdünger)	Hackstreu II von Lindchen	Stroh von Roitz (m. Stalldünger)	Oberirdische Theile der Heide	Wurzeln der Heide	Heidstroh
6.—12. Juni	0,020634	0,0062557	0,0321587	0,0294617	0,0375487	0,0096777	0,0072337
13.—19. „	0,033428	0,058814	0,048085	0,122171	0,086485	0,033257	0,132957
20.—26. „	0,022216	0,059173	0,028287	0,09066	0,04083	0,022744	0,09893
27.Juni–3.Juli	0,01207	0,044343	0,01757	0,0650	0,02223	0,013547	0,054547
4.—10. Juli	0,017143	0,068514	0,024287	0,070227	0,024771	0,011287	0,048687
11.—17. „	0,01077	0,062257	0,01663	0,03677	0,020914	0,00977	0,031657
18.—24. „	0,009416	0,039486	0,012916	0,035856	0,016386	0,007056	0,026629
25.—31. „	0,007284	0,037513	0,01240	0,002427?	0,011284	?	0,01700
Im ganzen Durchschnitt	0,017333	0,0470445	0,0240417	0,0565717	0,0325561	0,0153341	0,0522051
Gesammtmenge in 56 Tagen	0,970648	2,634492	1,3463352	3,1680152	1,8231416	0,8587096	2,9234856

An Luft wurde täglich verbraucht:

Bei Oberkrume von Jessen	1,0 l.
„ „ „ Lindchen	1,17 „
„ „ „ Horn	0,79 „
„ geglühtem Sand	0,97 „
(Materialien in der Oberkrume).	
„ Rechstreu von Jessen	1,03 „
„ Hackstreu „ Lindchen	1,04 „
„ Stroh von Roitz (mit Kunstdünger)	1,22 „
„ „ „ „ (mit Stalldünger)	1,27 „
„ oberirdischen Theilen der Heide . .	1,06 „
„ Wurzeln der Heide	0,82 „
„ Heidstroh	0,91 „
(Materialien im geglühten Sand).	
Bei Rechstreu von Jessen	1,02 „
„ Hackstreu „ Lindchen	0,82 „
„ Stroh von Roitz (mit Kunstdünger)	1,44 „
„ „ „ „ (mit Stalldünger)	1,01 „
„ oberirdischen Theilen der Heide . .	0,83 „
„ Wurzeln „ „ „ . .	0,77 „
„ Heidstroh	0,91 „

Auch hier war der Verlauf der Versuche im Allgemeinen ein normaler. Leider verunglückte der Apparat, welcher den Boden von Horn allein mit der nöthigen Feuchtigkeitsmenge enthielt, in der vierten Woche, er mußte deshalb außer Betrieb gesetzt werden. Da der Boden von Horn bis zu diesem Zeitpunkt ungefähr dieselbe Menge Kohlensäure wie der von Jessen entwickelt hatte, und doch anzunehmen war, daß die Zersetzung in gleicher Weise fortschreiten würde, sind von dem angegebenen Tage ab für ihn die Zahlen des Bodens von Jessen in Ansatz gebracht worden. Eine kleine Störung und dadurch veranlaßte Ungenauigkeit zeigte sich ferner noch ziemlich am Schluß der Versuche in einem Apparat, beschickt mit Heidewurzeln, eingebettet im geglühten Sand, in einem zweiten beschickt mit Stroh von Roitz (mit Stalldünger gedüngt) ebenfalls im geglühten Sand und in einem dritten beschickt mit Heidstroh eingebettet in der Ackerkrume. Die betreffenden Zahlen sind in der Tabelle durch ein Fragezeichen kenntlich gemacht, sie hätten sich wohl in allen Fällen um eine Kleinigkeit erhöht.

Vor der weiteren Besprechung der Resultate sei gleich an dieser Stelle einem Einwurfe begegnet, der möglicherweise erhoben werden würde, nämlich dem, daß, wie aus der Tabelle hervorgeht, in den einzelnen Apparaten eine sehr ungleiche Menge von Luft verbraucht und dadurch zum großen Theil die Verschiedenheiten in der Kohlensäure-Entwickelung hervorgerufen seien. Demgegenüber sei auf das S. 27 Gesagte hingewiesen, daß nämlich $^3/_4$ l Luft schon soviel Sauerstoff enthalten, daß mit seiner Hülfe 0,3 g Kohlensäure gebildet werden können. Im höchsten Falle sind nun 0,13992 g Kohlensäure entwickelt worden, also noch

nicht einmal die Hälfte der erreichbaren Menge; genug Sauerstoff hat also immer, auch im ungünstigsten Falle, zur Verfügung gestanden. Daß nun andererseits ein großes Maaß von Luft schädlich gewesen wäre, ist auch nicht anzunehmen. Eine schädliche Wirkung hätte sich nur dadurch äußern können, daß durch den stärkeren Luftstrom eine erhöhte Verdunstung von Wasser aus der großen U-Röhre und eine dadurch bedingte Austrocknung der Materialien stattgefunden hätte. Daß dies nicht der Fall war, geht daraus hervor, daß die verdunstete und in den Calciumchlorid-Röhren b aufgefundene Wassermenge in allen Fällen eine minimale war. Das Maximum der Luftzufuhr war demnach noch nicht überschritten.

In den Tabellen über die Kohlensäure-Mengen finden wir bei beiden Versuchsreihen gemeinsam, daß die Entwickelung der Kohlensäure gleich in den ersten beiden Wochen ziemlich heftig einsetzt, um von da ab mit ganz geringen Ausnahmen langsam aber stetig zu fallen. Dieser Verlauf des Verwesungsprozesses ist auch von Wollny und andern festgestellt und erklärt sich ja aus der Natur der Sache.

Die Fortsetzung, bezw. die **ganze Arbeit** findet sich in dem XV. Hefte der „Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle", herausgegeben von Dr. Julius Kühn, Geh. Ober-Regier.-Rath, o. ö. Professor und Direktor des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle a. S., Dresden, G. Schönfeld's Verlagsbuchhandlung.

CURRICULUM VITAE.

Natus sum *Carolus Guilelmus Hans Buhlert* 8. die mensis Novembris Dahlenburgi in vico Hannoverensi anno MDCCCLXXII. Fidem confiteor evangelicam. Literarum elementis imbutus puer duodecim annorum adii gymnasium Lueneburgense, quod postquam sex per annos frequentavi maturitatis testimonio instructus reliqui. Munere villici per octodecim menses cognito per annum militavi. Deinde autem per duos annos et per sex menses in rebus rusticis practicandis versatus Halas Saxonum me contuli, ubi per septem semestria in studiis rerum rusticarum, naturalium, oeconomiae politicae, philosophiae operam navavi.

Ibi viros illustrissimos et doctissimos audivi hos: *Albert, Arndt, Baumert, Conrad, Disselhorst, Dorn, a Fritsch, Falke, Grenacher, Haym, Holdefleiss, Kuehn, Kraus, Lorenz, Maercker, a Mendel-Steinfels, Puetz †, Volhard, Zopf* et exercitationibus *Conradi* oeconomico-politicis, *Brandis* zootomicis, *Dorni* physicis, *Doebneri* chemicis, *Kuehni* oeconomico physiologicis, interfui. Omnibus illis viris optime de me meritis sed imprimis *Julio Kuehno* gratias et nunc ago et semper habebo.

THESEN.

I.

Auf armem Sandboden ist nur soviel Vieh zu halten, dass die voluminösen Produkte der Wirthschaft verwerthet werden, nicht aber soll der Zweck der Viehhaltung sein, soviel Stallmist zu produciren um das Düngerbedürfniss der Aecker zu decken.

II.

Vom volkswirthschaftlichen Standpunkte ist die Nutzung von Heidflächen durch Streuentnahme durchaus zu verurtheilen, dem Landwirth hingegen wird sie in vielen Fällen einen höheren Ertrag bringen als der forstliche Betrieb.

III.

Eine Zunahme der Verschuldung des ländlichen Besitzes ist nicht unbedingt als ein Zeichen des Rückganges aufzufassen.

IV.

Vom volkswirthschaftlichen Standpunkte kann es erwünscht sein, dass der Staat einen gewissen Theil seiner Domänen selbst bewirthschaftet.

V.

Eines der kleinen Mittel zur Milderung der heutigen landwirthschaftlichen Nothlage würde eine bessere technische und wissenschaftliche Ausbildung der Landwirthe sein.

Druck von Johannes Pässler, Dresden-N.